

**Tartu Ülikool**

**Loodus- ja täppisteaduste valdkond**

**Ökoloogia ja maateaduste instituut**

**Loodusteadusliku hariduse keskus**

**Triinu Lüüde**

**Gümnaasiumiõpilaste arusaamise muutumine üldisest  
õhuringlusest ja tsüklonaalsest tegevusest rakendades õppetöös  
interaktiivset tuulte mudelit**

**Magistritöö**

Gümnaasiumi loodusteaduste õpetaja

**Juhendaja: MSc Ülle Liiber**

**TARTU**

**2016**

## **Lühikokkuvõte**

### **Gümnaasiumiõpilaste arusaamise muutumine üldisest õhuringlusest ja tsüklonaalsest tegevusest rakendades õppetöös interaktiivset tuulte mudelit**

Tänapäeva koolis rakendatakse õppeprotsessis üha enam erinevaid infotehnoloogilisi vahendeid. Nii õpetajatelt kui ka õpilastelt oodatakse aktiivset info- ja kommunikatsioonitehnoloogia kasutust. Siiski ei olda veel kindlad, mil määral mõjutavad interaktiivsed vahendid õpilaste õppeedukust. Sellest lähtuvalt oligi käesoleva magistritöö eesmärgiks selgitada välja, kuidas mõjutab interaktiivse tuulte mudeli rakendamine õppetöös gümnaasiumiõpilaste arusaamist üldisest õhuringlusest ja tsüklonaalsest tegevusest. Eesmärgi täitmiseks koostati eeltest, tööleht ning järeltest, millele vastas kokku 135 õpilast Eesti viie erineva gümnaasiumi 10. ja 11. klassidest. Täidetud küsimustike vastustest selgus, et tuulte mudeli rakendamine õppetöös parandas õpilaste teadmisi üldisest õhuringlusest ning tsüklonaalsest tegevusest kõikides küsimustes statistiliselt olulisel määral.

**Märksõnad:** tuulte mudel, arusaamise kujunemine, geograafia. **CERCS: S272**

## **Õpetajakoolitus**

### **Abstract**

#### **The understanding of general circulation and cyclonic activities by high school students through the application of interactive winds model in studies**

More and more IT solutions are applied in the study processes in schools today. Both teachers and students are expected to actively use various IT and communications technologies, however, the extent to which interactive technologies affect students' progress remains unclear. Thus the current MA thesis aimed to bring some clarity into how the use of interactive winds model in studies affects the students' understanding of cyclonic activities and general circulation. A test, worksheet and a follow-up test were carried out amongst 135 10<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> grade students from 5 different Estonian schools in order to fulfill the aim of the thesis. The results of the tests showed that the use of the interactive winds model in studies significantly enhanced students' understanding of general circulation and cyclonic activities.

**Key words:** winds model, development of understanding, geography. **CERCS: S272**  
**Teacher education**

# Sisukord

Sissejuhatus .....	4
1. Kirjanduse ülevaade .....	7
1.1 Õppimine tänapäeva ühiskonnas .....	7
1.2 Visualiseerimine õppetöös.....	10
1.2.1 Visuaalne kirjaoskus .....	13
2. Materjalid ja metoodika .....	16
2.1 Uuringu disain .....	16
2.2 Valim .....	17
2.3 Instrument.....	18
2.4 Andmeanalüüs .....	21
3. Tulemused ja arutelu .....	22
3.1 Töölehe vastused .....	22
3.2 Gümnaasiumiõpilaste oskus seostada õhu liikumist madal- ja kõrgrõhualadega.....	23
3.3 Õpilaste õhuringluse selgitamise oskus.....	27
3.4 Õpilaste arusaamise areng õhu liikumisest tsüklonites .....	29
3.5 Õpilaste hinnangud interaktiivsele tuulte mudelile .....	32
4. Järeldused.....	36
Kokkuvõte .....	37
Kasutatud kirjandus.....	39
Tänuavaldused.....	45
Summary .....	46
Lisad .....	48

## Sissejuhatus

Tänapäeva ühiskond on pidevas muutumises ning inimestel tuleb pidevalt kohaneda kõikide uuendustega. Ilma suutlikkuseta kohaneda ei ole võimalik tänases maailmas edukas olla, ei tööturul ega ka isiklikus elus (Ait & Rannikmäe, 2014). Uuenduslikud tehnoloogilised lahendused ei ole jätnud puutumata ühtegi eluvaldkonda seal-hulgas ka haridust (e-kiri, e-riik, e-kool jne). Tänu erinevatele infotehnoloogilistele lahendustele on meie tänane haridussüsteem võrreldes eelnevate aastakümnetega muutunud tundmatuseni. Olulisimaks peetakse muutunud eesmärgi nii õpetamisel kui ka õppimisel.

Üha enam väärtustatakse inimeste vahelist kommunikatsiooni ja info ülikiiret töötlemist. Arvutite ja interneti kerge kättesaadavus on võimaldanud õpetajatel viia õpetamine võrreldes varasemaga uuele tasemele. Uue taseme all peetakse silmas peamiselt õppeprotsessi efektiivsemaks muutmist, individuaalsemaid võimalusi pakkuvamaks, erinevaid huvigruppe arvestavamaks ning samas ka õpilaste jaoks põnevamaks ning motiveerivamaks muutmist (IT+Haridus ..., 2010).

Loodusteaduste õppimisel on alati peetud oluliseks erinevate situatsioonide, nähtuste ning seaduspärasuste seostamisoskust. Kahjuks peame tõdema, et seostamisoskus on olnud ajast aega õpilastel üks nõrgemaid osaoskusi. Pärismaa (2013) rõhutab oma artiklis samuti, et õpilaste mälu on küll väga hästi treenitud pisikesi detaile ning fakte meelde jätma, kuid rohkem oleks vaja õppetunnis arendada loovust ning seostamisoskust. Õpilastel on oskus ja võime jätta meelde väikeseid ja lühikesi fakte ning neid ka taasesitada, kuid ühtsesse tervikusse neid infokilde paigutada üldjuhul ei osata. Selleks, et parandada õpilaste seostamisoskust on üha enam hakatud õppetundides kasutama visualiseerimist ning õpilastest lähtuvat näitlikustamist. Samuti on hakatud loodusteaduslike ainete tundides, visualiseerimisel üha enam kasutama erinevaid animatsioone (Lowe, 2003).

Tänapäevaste infotehnoloogiliste vahenditega on üha enam loodud erinevaid õppeotstarbelisi interaktiivseid simulatsioone ning animatsioone. Seda kõike on hakatud rakendama selleks, et parandada õpilaste seostamisoskust ja samas ka õpilaste õpitulemusi. Uudseid võimalusi kasutades on loodud ka paremad võimalused selleks, et suurendada õpilaste ruumilisi mõtlemise oskust.

Mõningate läbiviidud uuringute tulemustest võib järeldada, et infotehnoloogiliste vahendite kasutamine on otseses seoses õpilaste õpimotivatsiooni tõusuga ja seetõttu usuvad paljud, et interaktiivsete õppevahendite kasutamine tõstab õpilaste õppeedukust (Means & Roschelle, 2010). Eriti positiivset mõju nähakse erinevate arvutisimulatsioonide ning mudelite kasutamisel reaaleluliste, situatiivsete oskuste arendamisel (Abrams *et al.*, 2001; Kuhn *et al.*, 2000).

Animatsioone ning simulatsioone on võimalik kergesti kasutada erinevate protsesside kujutamiseks ja nende dünaamilisuse väljatoomiseks. Dünaamiliste animatsioonide kasutamise peamiseks eesmärgiks on pälvida sügavamalt õpilaste tähelepanu ning seeläbi parandada õpilaste analüüsivõimet. Erinevad infotehnoloogilised multimeedia keskkonnad, milles on võimalik õpilastel jälgida nii pilti kui ka sõnu, pakuvad rohkeid võimalusi selleks, et õpilaste teadmised paraneksid (Hegarty, 2004). Siinkohal on aga nii mõnedki arvamused lahku läinud ning on välja öeldud, et animatsioonid ei mõjutagi mingilgi määral õpilaste arusaamist dünaamilistest protsessidest (Price, 2002).

Õppimisel peetakse väga oluliseks õpilaste huvi, sest kui õpilastel puudub reaalne huvi õpitava kohta, siis ei ole võimalik ka tulemuslikult õppida ning õpetajatel tulemuslikult õpetada (Liiber, 2011). Enamasti pakuvad õpilastele suurimat huvi tavaeluga seotud probleemid ning ülesanded. On välja toodud, et reaalsete ja eluliste probleemide kasutamine tõstab õpilaste õpimotivatsiooni ning aktiivsust õppimisel (Zumbach, 2006). Seetõttu on ka Gümnaasiumi riiklikus õppekavas (GRÕK) välja toodud, et oluline ning vajalik on tuua õpitav osa infotehnoloogilisi vahendeid kasutades õpilastele lähemale. Samuti on välja toodud see, et õpipädevuse arengut toetavad infotehnoloogilised õppevahendid ning õpikeskkonnad võimaldavad rakendada õpetajatel erinevaid õpistrateegiaid (GRÕK, 2014). Kahjuks veel mõnedki aastad tagasi näitasid erinevad uuringud, et nii koolijuhid, kui ka õpetajad olid puudulike teadmiste ja oskustega, selleks, et planeerida infotehnoloogilist õppevõrku (Haridus- ja teadusministeerium, 2006). Samas loodi sellise olukorra parandamiseks Haridus- ja teadusministeeriumi suunamisel Tiigrihüppe Sihtasutuse programm „Õppiv Tiiger 2008-2013“. Programmi eesmärgiks oli teadvustada olukorda ning koolitada nii õpetajaid kui ka haridustehnolooge, õppealajuhatajaid ja koolijuhte erinevatest infotehnoloogilistest võimalustest, parandamaks seeläbi õppetöö efektiivsust. (Haridus- ja teadusministeerium, 2006).

Erinevate infotehnoloogiliste vahendite eeliseks on peamiselt see, et need on kergesti kättesaadavad ja nad on odavad. Paljud looduslikud protsessid toimuvad kas liiga aeglaselt või vastupidiselt liiga kiiresti, nende mõõtmed on sellised, et õpilastel on neid keeruline tajuda. Paljud loodusteadustes õpitavad nähtused on keerulised ning õpilastel on neist raske aru saada. Selleks, et neid õpilastele näitlikustada ning tuua õpitav neile võimalikult lähedale on vajalik kontekstiline näitlikustamine. Õpilastele pakutakse võimalust andmetega manipuleerida ning erinevaid andmeid ja saadud tulemusi ka analüüsida. Tänu sellele, et infotehnoloogiliste vahendite hind on madal ja need on kergesti kättesaadavad, on geograafiaalaste simulatsioonide ning animatsioonide kasutamine ülimalt populaarseks muutunud. Kahjuks puuduvad piisavad empiirilised uurimused ning dünaamiliste esitluste mõjus õppimisele ei olda tegelikkuses veel lõplikult kindel (Fabrikant & Goldsberry, 2005).

Käesolevale magistritööle seati järgmine eesmärk:

- Selgitada välja, kuidas mõjutab interaktiivse tuulte mudeli rakendamine õppetöös gümnaasiumiõpilaste arusaamist üldisest õhuringlusest ja tsükloonaalsest tegevusest.

Eesmärgist lähtuvalt sõnastati järgmised uurimisküsimused:

- Kuidas areneb õpilaste oskus seostada õhu liikumist madal- ja kõrgrõhualadega rakendades tuulte mudelit?
- Kuidas areneb õpilaste õhuringluse selgitamise oskus tuulte mudeli kasutamise tulemusena?
- Mil määral mõjutab interaktiivse tuulte mudeli rakendamine õpilaste arusaamist õhu liikumisest tsüklonites?
- Milline on õpilaste hinnang tuulte mudeli kasutamisele õppetöös?

Magistritööle püstitati ka hüpotees:

- Tuulte mudeli kasutamisel õppetöös paraneb õpilaste arusaamine üldisest õhuringlusest ja tsükloonaalsest tegevusest.

# 1. Kirjanduse ülevaade

## 1.1 Õppimine tänapäeva ühiskonnas

Kui varasemalt olid peamisteks õppevahenditeks koolides õpikud, töövihikud ning tahvel, siis ajaga on muutunud peaaegu kogu eelneva sajandi olemus õppimisest. Õppimisele kui sellisele ühtset definitsiooni anda on väga keeruline, kuid peamiselt nimetatakse õppimiseks siiski suunatud tegevust ehk protsessi (Hannust, 2010). Selleks, et ajus jõuaksid tekkida püsivad või suhteliselt püsivad muutused on vaja aega ning ka õppuri poolset kognitiivset pingutust. Õppimist peetakse eesmärgistatud tegevuseks ning seetõttu peab ka õppimist õppima, nagu kõiki muidki eesmärgistatud tegevusi. Sealjuures peab aga meeles pidama, et õppimise õppimine ehk õpioskuste omandamine võib vähem või rohkem olla teadustatud ning süstemaatiline (Jõgi & Aus, 2013). Tänapäeva ühiskonnas on peamiseks muutuseks see, kuidas õppimist organiseeritakse.

21. sajandi koolidele on pandud väga suured ootused ning on välja öeldud, et selle sajandi kooli ülesandeks on valmistada ette inimesi, kes oskaksid kasutada erinevaid infotehnoloogilisi lahendusi ning teaduse saavutusi. See omakorda nõuab õppuritelt kompetentsust ning valmisolekut omandama erinevaid teadmisi ja oskusi, sealjuures olles loovad ning innovaatilised. (Laius & Rannikmäe, 2011)

Bloom (1956) pakkus välja erinevad mõtlemistasandid, kus õppimist kujutati lihtsamate ning konkreetsemate õppimise vormidelt üleminekut keerulisematele ja abstraktsematele vormidele. Lihtsaimaks tasandiks peeti teadmiste omandamist ning sellele järgnesid mõistmine, rakendamine, analüüs, süntees ning hindamine. Ühekülgse õpetamise osas oldi juba siis skeptilised ning usuti, et selline meetod annab õpilastele küll vajalikud madalama taseme teadmised, kuid järgmiste keerukamate etappideni ei jõutagi. See aga omakorda põhjustab teadmiste omavahelise seostamisoskuse puudulikkuse. Tänapäeva 21. sajandi ühiskonnas ongi jõutud sinnamaale, et püütakse vältida ühekülgset õpetamist. Püütakse leida lahendusi, kuidas õpilastel oleks võimalik omandada teadmised sellisel tasemel, et nad oskaksid ka neid teadmisi reaalselt igapäevaelulistes situatiivsetes olukordades ära kasutada. Selleks, et see toimuda saaks on vajalik õpetajate poolne mitmekülgne õpetamine ning erinevate tehnoloogiliste võimaluste kasutamine. Aina arenev tehnoloogia pakub endas tohutuid võimalusi, kuidas võimendada õppekava suutlikkust (Kukk, 2008).

Tehnoloogia ja multimeedia tohutult kiire areng lisab haridusele ja koolidele üha suuremaid nõudmisi ning ootusi. Välja on toodud tähtsamad oskused, mille omandamist õppuritelt oodatakse. Üheks oluliseks oskuseks on info kriitiline hindamine. Samuti tähtsustatakse oskust otsida ise kvaliteetset informatsiooni, sealhulgas eristada teaduslikku infot mitteteaduslikust (Choi *et al.*, 2011). „Faktiteadmistest palju tähtsamaks on muutunud oskus probleeme näha ja neile lahendusi pakkuda. Vajaliku info haldamine eeldab, et seda osatakse ka kriitiliselt hinnata, analüüsida ja õigeid järeldusi teha.“ (Liiber, 2011, lk 1).

2011. aastal korraldas Euroopa Komisjon 31 Euroopa riigis uuringu „IKT hariduses“, mille peamiseks eesmärgiks oli välja selgitada, kuidas erinevate koolide õppetöös infotehnoloogilisi vahendeid kasutatakse (Survey ..., 2013). Uuringu lõpparuandest on võimalik välja lugeda, et enamik õpetajaid ei suuda või ei soovi kasutada infotehnoloogilisi vahendeid õppematerjali õppijakesksemaks ning õppuritele kergemini arusaadavamaks muutmise eesmärgil. Aruandest ilmneb, et tehnoloogia abi kasutatakse pigem tundide kiireks ettevalmistamiseks ning enamjaolt siiski vaid dokumenteerimise eesmärgil. Uuringu tulemustest on näha, et õpetajad, kes rakendavad erinevaid infotehnoloogilisi vahendeid õpilastele suunatult ning püüavad muuta õppematerjali õpilasekesksemaks on vähe ning seetõttu on selgelt välja öeldud, et soovides edaspidises koolikeskkonnas näha suuremaid muudatusi, tuleb õpetajatel olla avatumad ning innovaatilisemad. (Survey ..., 2013).

Infotehnoloogiliste vahendite kasutusoskusel on väga oluline koht tänapäeva 21. sajandi oskuste seas ning üleüldises tänapäeva ühiskonna õppimises. Informatsiooni- ja kommunikatsiooni tehnoloogiliste oskuste omandamisel ei ole vaid sõna otseses mõttes hariduslik eesmärk, vaid seda peetakse siiski vahendiks, mis toetab õppurite õppimisvõimet ning õpetajate õpetamise võimalusi (Voogt *et al.*, 2013).

Tehnoloogia arengut peetakse enamike inimeste arvates üheks kõige olulisemaks ning tähtsaimaks muutuseks tänapäeva ühiskonnas. Seda peetakse enamike suurte ümberkorralduste peamiseks mõjuteguriks. Post & Rannikmäe (2011) toovad välja, et selleks, et olla töajuturul konkurentsivõimelised peame oskama orienteeruda ning tundma end hästi meid ümbritseva, pidevalt uueneva tehnoloogia keskel. Samuti on nad tõstatanud küsimuse, et missugused on need selle sajandi kõige väärtustatumad oskused, mis jäävad hinnatuks ka tulevikus? *Partnership for 21st Century Skills* (A State ..., 2006) on nimetanud olulisemateks oskusteks loovat ja kriitilist mõtlemist, väites, et need ongi oskused, millega tuleb tegeleda ning mis vajavad pidevat toetamist.



Innovaatilisust ning oskust langetada erinevaid otsuseid hinnatakse väga kõrgelt ka oma tööliste seas erinevates huvigruppides (Post & Rannikmäe, 2011). Paljud teadlased, sealhulgas Wagner (2010) on nimetanud samuti tähtsaimad oskused, mis on vajalikud, et 21. sajandi ühiskonnad ellu jääda ning edukalt toime tulla: kriitiline mõtlemine ja probleemide lahendamise oskus, kohanemisvõime, algatusvõime, koostööoskus, suhtlemisoskus, infokirjaoskus, uudishimu ja kujutlusvõime. Samuti rõhutatakse pidevalt tehnoloogiliste teadmiste ja oskuste arendamise vajadust.

Tänapäeva tehnoloogia ongi see, mis võimaldab meil eelnevalt nimetatud oskusi edukalt arendada. Tehnoloogia abil saab õpilastele üha enam individuaalsemalt läheneda ning muuta õppematerjali põnevamaks ja atraktiivsemaks. Tehnoloogia võimaldab õpilastel luua ja loodut ka teistega jagada ning samas suhelda inimestega üle maailma. Uurimustest on leitud, et erinevad veebipõhised arvutikeskkonnad võivad aidata tekitada õpilastes suuremat huvi aine vastu. Samas tuleb siiski arvestada ka fakti, et huvi ning motivatsiooni tekkimine võib olla põhjustatud ka teiste tegurite poolt ning võib olla väga individuaalne (Hidi & Renninger, 2006). Organisatsioon *Institute for the future* on välja toonud, et 21. sajandil hinnatud oskused on tihedalt seotud erinevate muutustega, mis toimuvad üldises ühiskonnas (Future ..., 2011). Muutuste all ühiskonnas peetakse silmas eelkõige inimeste pikenevat eluiga, tehnoloogia kiiret arengut, multimeedia olulisuse suurenemist ning üldist globaliseerumist (Davies *et al.*, 2011).

Uuenduslikud tehnoloogilised vahendid on kõige enam väärtustatud haridusvaldkonnas just loodusteaduslike ainete õpetamisel, kus tehnoloogiliste vahendite kasutamisaktiivsus on võrreldes teiste valdkondadega tunduvalt suurem. Loodusainete õpetamisel kasutatakse kõige enam erinevaid interaktiivseid simulatsioone ning animatsioone, mis aitavad õpilastele keerulistena tunduvate ning kaugeks jäävaid protsesse edukamalt ilmestada (Cox & Webb, 2004). Kui võtta ainealaselt, siis näiteks geograafias väärtustatakse kõige enam erinevaid veebipõhiseid, - interaktiivseid kaarte (Pikksööt & Sarapuu, 2010). Töö interaktiivsete kaartidega arvatakse olevat õpilaste jaoks põnevam kui töö tavakaartidega (Liiber, 2011). Erinevaid veebikeskkondasid on loodud suurel hulgal ning nad sisaldavad endis tohutult paljusid erinevaid võimalusi, kuidas õpetamist muuta üha enam õppijakeskseks. Erinevate veebikeskkondade- ja võimaluste kasutamine aga võimaldab omakorda geograafia õpetuse viia paradigma vahetuseni, kus traditsiooniline õpetamine asendataksegi konstruktivistliku õppimisega. See omakorda suunab meid punkti, kus õppurist saab võrreldes varasemaga aktiivsem pool ning õpetajast pigem õpilase õppimist toetav isik. (Houtsonen, 2004).

21. sajandi õpilased loovad pidevalt midagi, jagavad enda elust praktiliselt kõike ning suhtlevad vahetpidamata inimestega, kellega nad vaid soovivad. Õpilaste jaoks on iseenesestmõistetav nutitelefonide, tahvelarvutite, sülearvutite ja Wi-Fi võrgu olemasolu kõikjal. Kõrgelt arenenud tehnoloogia on tänapäeva noorukite jaoks niivõrd tavaline, et ilma selleta ei kujutata oma elu toimivat. Prensky (2001) nimetas noorukeid, kelle jaoks tehnoloogia ja „võrk“ (*network*) eluks ainuvalikuks on, digitaalseteks pärismaallasteks (*digital natives*) ning vastukaaluks inimesi, kes on valmis õppima ning kohanema uute tehnoloogiliste võimalustega digitaalseteks immigrantideks (*digital immigrants*). Kuna noorukid on erinevates veebikeskkondades kiiresti kohanevad ning samas ka loovad, ei teki neil üldjuhul ka raskusi lahendada eriilmelisi interaktiivseid ülesandeid. Samas võib juba täna päeval tekkida olukordi, kus õppurid on erinevatest veebis pakutavatest ülesannetest oma interaktiivsete oskuste poolest üle ja need ei paku neile enam pinget ega huvi. Selline olukord aga näitabki selgelt, et vaja on täiustada erinevaid veebiõppe versioone, et jõuda järele erinevate kasutajate nõudlustele ning samas ka erinevate riikide õppekavadele (Tsai, 2009). Koolisüsteemi püsima jäämiseks on hädavajalik olla kursis muutustega veebiõppes ning seda pidevalt täiustada (Artvinli, 2010).

## 1.2 Visualiseerimine õppetöös

Visualiseerimise peamiseks eesmärgiks on lihtsustada õppurite jaoks arusaamist konkreetsetest andmetest või nähtustest. Arusaamise all mõeldakse võimet uurida, otsustada ning seletada (Card *et al.*, 1999). Visualiseerimine kui selline on toimunud juba aasta-sadu, vaid visualiseeritava materjali esitamise meetodid on tehnoloogia arenguga tohutult muutunud. Keatinge (1967) kirjeldas J. A. Komensky seisukohta, et kui puuduvad käepärased esemed, siis tuleks need asendada piltide või muude vahenditega, mis suudaksid muuta õpitava õpilaste jaoks nähtavamaks.

Informatsiooni visualiseerimine on teadmiste vahetamine vähemalt kahe või enama inimese vahel, kasutades selleks visuaalset representatsiooni. See peaks püüdma parandada teadmiste edastamist, kasutades selleks arvuti- ja mitteamvutipõhiseid visualiseerimismeetodeid (Burkhard *et al.*, 2004). Tänapäeva tehnoloogia ülikiire areng loob pidevalt uusi võimalusi, kuidas informatsiooni edastada ja esitada.

Visualiseerimisel püütakse siduda uued pildid juba mälus olemas olevatega ning läbi selle peaksid arenema õppurite ruumiline mõtlemine ja üldistusvõime (Gilbert *et al.*, 2008). Oluliseks peetakse oskust leida informatsioonist kõige vajalikum ja oskust hiljem ka seda informatsiooni analüüsida. Aina enam kasutatakse koolide õppeprotsessides videoid, erinevaid animatsioone, mudeleid ja teisi visualiseerimise võimalusi. Seda, et visualiseerimiseks vajalikud vahendid koolides olemas oleksid, reglementeerib Gümnaasiumi riiklik õppekava (GRÕK, 2014).

Teaduses üldiselt ja loodusteaduste õpetamisel kasutatakse palju erinevaid mudeleid, et kirjeldada loodusnähtusi. Mudeleid kasutatakse ka erinevate teaduslike ideede edasiandmiseks, loodusnähtuste seletamiseks ning nende ennustamiseks. Oluline on sealjuures tähele panna, et teaduses üldiselt võidakse kasutada samaaegselt mitmeid erinevaid mudeleid. Seda just seetõttu, et teadlased esitavad oma arusaamist nähtustest erinevalt. Samuti ajas muutuva teadusliku tehnoloogia arenguga katsetatakse ka erinevaid teaduslikke mudeleid vahetpidamata (Oh & Oh, 2011). Mõningates loodusteaduslikes õppeainetes on visualiseerimine õpetajate arvates vältimatu tegevus, kuna erinevate õpilaste jaoks on mitmesuguste seoste loomine vaid õpikute abil liialt keeruline. Selleks, et luua ruumilist keskkonda ning näidata õpilastele probleeme, tuues neid nähtavale, kasutataksegi visuaalseid representatsioone, kas siis arvutiekraanil või muude meediavahendite abil (Slocum *et al.*, 2005).

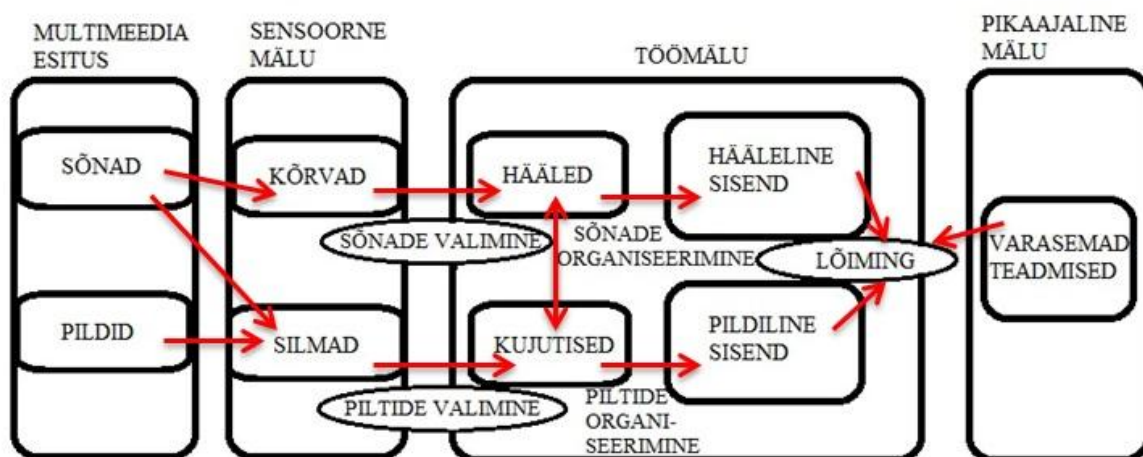
Eristatakse kahte informatsiooni vastu võtmise vormi. Silmadega on väliskeskkonnast võimalik vastu võtta visuaalset informatsiooni, kuid samas ka verbaalset. Samas kõrvadega on inimestel võimalik omastada vaid verbaalset informatsiooni. Verbaalseks informatsiooniks peetakse sõnalisi esitusi ja visuaalseks informatsiooniks pildilisi esitlusi nagu illustratsioonid, animatsioonid ja videot (Mayer, 1999). On uuritud erinevaid inimesi, kellel esinevad kuulmisraskused ja nägemisraskused ning inimesi kellel kuulmise ja nägemissignaalide vastuvõtmisega probleeme ei esine. Nende isikute uurimisel on jõutud järeldustele, et nägemis- ja kuulmissignaalid on omavahel tihedalt seotud. Mõningad uurijad on aga tulnud järeldustele, et nägemine siiski domineerib kuulmise üle üsnagi märgatavalt ja see on tingitud nägemise osavõtust kognitiivses kontrollis (Leppik, 2000).

Visuaalse info saab omakorda jagada staatiliseks informatsiooniks ja dünaamiliseks informatsiooniks. Staatilist informatsiooni iseloomustavad graafikud ja pildid, dünaamilisele informatsioonile on iseloomulikud aga liikuvad illustratsioonid, videod ja arvutimudelid

(Ainsworth & VanLabeke, 2004). Dünaamilisele informatsioonile on iseloomulikuks tunnuseks anda edasi ajalisi ning samuti ka asukoha muutusi, staatilise informatsiooni puhul see nii ei ole.

Erinevad uuringud on tõestanud, et olukordades kus õppematerjal on esitatud nii piltide kui ka tekstina, tagab positiivsemaid õppetulemusi, kui kasutades vaid tekstilist esitlust (Mayer, 2002). Esitlust, kus kasutatakse korraga mitut esitlusvormi nimetatakse multimeediumiks. Multimeediumi abil õppimist kirjeldavad mitmed erinevad teooriad. Mayer'i (2001) kognitiivse multimeedia õppimise teooria põhineb kolmel peamisel printsiibil (joonis 1):

1. Inimesel on kaks eraldi info töötlemise kanalit – verbaalne ja visuaalne.
2. Mõlemad infotöötluskanalid, nii verbaalne kui ka visuaalne on piiritletud töötlusvõimega.
3. Kanalitest saadava info põhjal toimub andmete aktiivne töötlemine ning ühtse arusaamise kujunemine.



**Joonis 1.** Multimeediast õppimise kognitiivne teooria (Mayer, 2001).

Multimeedia abil õppimise ja õpetamise eeliseks peetakse seda, et see suudab õppijat suunata sügavamalt õppima (Mayer & Moreno, 2002). Ilma piltide ja illustratsioonideta tekstist mõttemudeli koostamine ja moodustamine võib õpilaste jaoks osutuda arvatust keerulisemaks. Õppimise kvaliteet muutub oluliselt paremaks juhul kui õpilane suudab omavahel ühendada eelteadmised ja moodustunud individuaalse mõttemudeli õpitud materjalist (Lewalter, 2003).

Visualiseerimise peamiseks ülesandeks peetakse siiski võimalust tõsta esile objekte või protsesse, mida igapäevaelus on keeruline tajuda (Merrill & Reiser, 1993). Visualiseerimine

ei pruugi aga alati ja igas olukorras olla õppimist soodustavaks teguriks ning võib tekkida ka olukordi, kus visualiseerimine mõjub õppuri jaoks pigem õppimist raskendava tegurina (Lowe, 2003).

Scaife & Rogers (1996) on leidnud, et visualiseerimine on tulemuslik vaid siis, kui järgitud on järgmisi aspekte:

1. Visualiseerimise käigus esitatakse probleem selliselt, et see lihtsustab õpilase jaoks nende lahendamist.
2. Visualiseerimine peaks vähendama töömälu seoste leidmiseks kasutatava informatsiooni hulka ning ülekoormust.
3. Visualiseerimine peaks täiendama õpilaste endi mõttemudeleid.

Arvutipõhiste õpikeskkondade suurimaks eeliseks peetaksegi seda, et õpilased suudavad pärast visualiseeritud ülesannete lahendamist lahendada ka keerukamaid probleemsituatsioone igapäevaelus (Bukhardt, 2003).

Olenemata sellest, et läbi on viidud mitmeid uuringuid, millega on püütud mõista erineva info translatsiooni oskusi õppuritel ning on tehtud ka arvukaid järeldusi, on edasised uuringud selles valdkonnas vajalikud (Ainsworth, 2004).

### **1.2.1 Visuaalne kirjaoskus**

Visuaalse kirjaoskuse (*visual literacy*) mõiste pärineb eelmisest sajandist ja seda peetakse oskuste kogumiks, mis on otseselt seotud visuaalsest informatsioonist arusaamisega ning samas ka informatsiooni ülekandmisega teistesse vormidesse (Sarapuu, 2012). Oluliseimaks peetakse informatsiooni tõhusat ning korrektset interpretatsiooni (Avgerinou, 2007).

Avgerinou (2003) toob välja, et enamasti peetakse visuaalse kirjaoskuse all loodusainetes silmas kolme omavahel tihedalt seotud tegevust ja nendega kaasnevaid tegevusi:

1. Visuaalse informatsiooni analüüsimine ning selle esitamine verbaalses vormis. See eeldab ühtlasi nii suulist, kui ka kirjalikku väljendusoskust.
2. Verbaalse informatsiooni analüüsimine ja selle ülekandmine otstarbekalt valitud visuaalsesse vormi. Pildilise materjali koostamine võib lähtuda nii

suulisest kui ka kirjalikust esitlusest. Seejuures on tähtis sobivaima visuaalse vormi valik ning nõuetekohane rakendamine.

3. Ühes vormis esitatud visuaalse informatsiooni analüüsimine ja selle ülekandmine teise visuaalsesse vormi. See on kõige komplitseeritum ning tugineb kahele eelnevale tegevusele ning nendega seotud oskustele. Ülesande täitmiseks tuleb algne pildiline info üle viia verbaalsele kujule ning selle alusel koostada vormilt teistsugune visuaalne esitus.

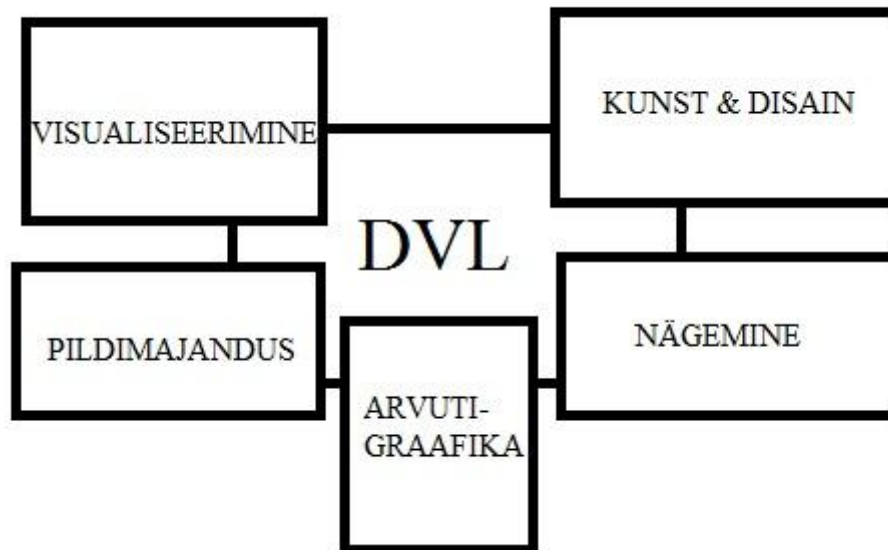
Erinevate loodusainete õpetamisega püütakse kujundada loodusteaduste- ja tehnoloogiaalast kirjaoskust. Sellega tahetakse saavutada seda, et 12. klasside lõpetanud õpilased saavad aru elus ja eluta looduses toimuvatest protsessidest ning mõistavad missuguste rolli mängivad erinevad mudelid, reaalsete objektide ja protsesside esitamisel (GRÕK, 2014). Väga suurt tuge selle saavutamiseks pakuvad erinevad haridustehnoloogilised vahendid ning nendele tuginevad arvutimudelid ja –simulatsioonid. Kõik eelnev seostub omakorda aga visuaalse kirjaoskusega, mida püütakse arendada läbivalt kõigis õppeainetes (Sarapuu, 2012).

Visuaalse kirjaoskuse kujundamine eeldab Avgerinou (2003) poolt kirja pandud kõigi kolme tegevuse ja nendega seotud oskuste kompleksset arendamist. Paraku peame tunnistama, et kahjuks pööratakse enamikus loodusainetes tähelepanu üksnes visuaalse info analüüsile ja selle verbaalsele esitlusele. Vähem kohtame ülesandeid, mis nõuavad verbaalse info alusel pildilise esitluse loomist ning õpilaste poolset kahe visuaalse esituse omavahelist seostamist. Ühe pildilise materjali alusel teise koostamist enamasti koolitundides ei käsitletagi (Sarapuu, 2012).

Lisaks visuaalsele kirjaoskusele, pööratakse üha enam tähelepanu ka digitaalsele visuaalsele kirjaoskusele (*digital visual literacy* ehk DVL), mille all mõeldakse eelkõige visuaalse materjali loomist ja selle mõistmist arvutite abil (Jones-Kavalier & Flannigan, 2006). DVL on tänapäeva ühiskonnas seotud tihedalt meie kõigi igapäevaelu kohustuste ja ülesannetega nagu televisioon, veebisaitide loomine, modelleerimine, visualiseerimine ja animeerimine. DVL'i defineeritakse kolme oskuse kaudu (Spalter & van Dam, 2008):

1. Oskus/ võime kriitiliselt hinnata esitatud visuaalset materjali (2D, 3D, staatiline, liikuv).
2. Oskus/ võime teha visuaalsete representatsioonide põhjal otsuseid.
3. Oskus/ võime kasutada arvuteid uute visuaalsete kommunikatsioonide loomiseks.

Digitaalne visuaalne kirjaoskus erineb oma olemuselt üldisest visuaalsest kirjaoskusest selle poolest, et DVL'i puhul on oluliseimaks pildiline nägemine. DVL on interdistsiplinaarne (joonis 2) ning seotud viie suure erineva oskuste grupiga: kunst/ disain (*art/ design*), arvutigraafika (*computer graphics*), nägemine (*vision science*), pildimajandus (*image economy*) ja visualiseerimine (*visual culture*) (Spalter & van Dam, 2008).



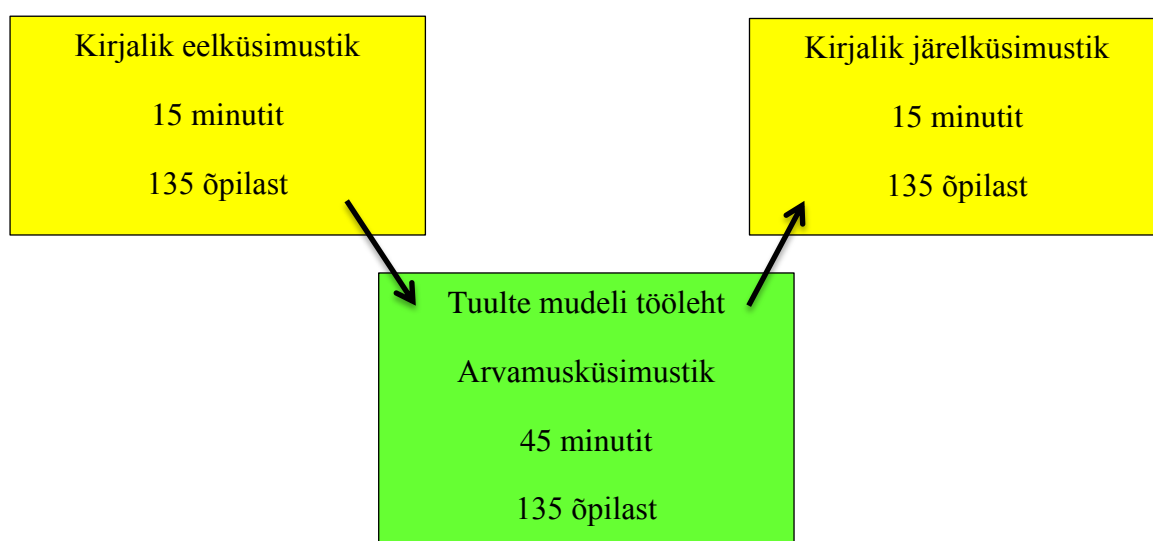
**Joonis 2.** Digitaalse visuaalse kirjaoskuse (DVL) interdistsiplinaarsus (Spalter & van Dam, 2008).

## 2. Materjalid ja metoodika

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli uurida, kuidas muudab interaktiivse tuulte mudeli rakendamine õppeprotsessis gümnaasiumiõpilaste arusaamist üldisest õhuringlusest ja tsüklonaalsest tegevusest. Vastavalt töö eesmärgile moodustati töö autori poolt valim, erinevate koolide gümnaasiumiõpilastest. Moodustatud valimiga viidi läbi uuring, kus tulemuste saamiseks rakendati veebipõhist interaktiivset tuulte mudelit. Tuulte mudeliga töötamisel kasutati töö autori poolt koostatud töölehte. Käesoleva uuringu jaoks vajalike andmete kogumiseks kasutati eel- ja järelküsimustikku.

### 2.1 Uuringu disain

Antud magistritöö jaoks koostatud eel- ja järelküsimustikud koos töölehega piloteeriti 22 õpilasega 2015. aasta talvel (detsember). Nii pilootuuringu kui ka põhiuuringu kõik etapid olid täpselt ühesugused ning uuringu läbiviija andis ka uuringus osalevatele õpilastele verbaalselt ühesugust informatsiooni. Peale pilootuuringut muudeti ja parandati eel- ja järelküsimustiku kolmandat küsimust, mis jäi õpilaste jaoks ebaselge sõnastuse tõttu arusaamatuks ning kohati kahetimõistetavaks. Põhiuuringus, mis viidi läbi 2016. aasta talvel (jaanuar – veebruar) osales kokku 150 õpilast, kuid lõppvalimi moodustasid lõppkokkuvõttes 135 gümnaasiumiõpilast.



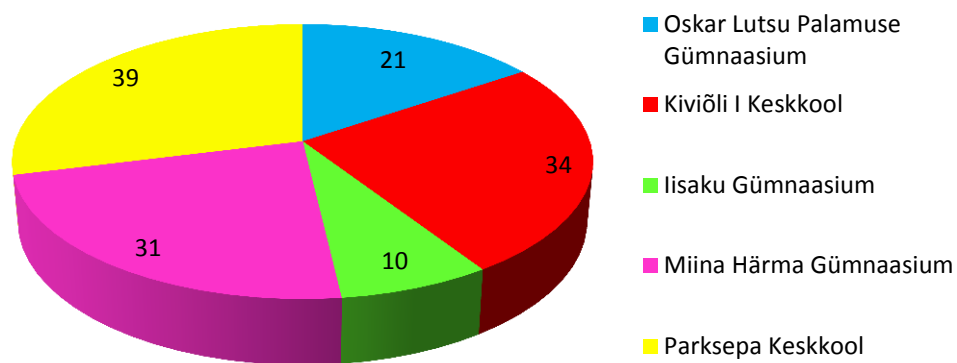
**Joonis 3.** Põhiuuringu disain.



Käesoleva magistritöö raames läbiviidud uuring koosnes kokku kolmest erinevast etapist. Uuringu esimene etapp koosnes kirjaliku eelküsimumstiku täitmisest, mille jaoks oli õpilastel aega 15 minutit (joonis 3). Eelküsimumstikule vastasid õpilased individuaalselt ning abimaterjale kasutada ei tohtinud. Uuringu teine osa oli kõigist kolmest etapist asjaliselt kõige pikem ning õpilaste jaoks ka töömahukam. Teine osa koosnes arvutitunnist arvutiklassis, mis kestis 45 minutit. Arvutitunni käigus täideti interaktiivse tuulte mudeliga tööd tehes ette-antud tööleht. Ühe klassi puhul viidi uuring läbi tavalises õppeklassis, kasutades tahvelarvuteid. Seda seetõttu, et koolis ilmnis tehnilisi probleeme arvutiklassis paiknevate statsionaarsete arvutitega. Teise etapi juurde kuulus ka õpilaste poolse arvamusküsimumstiku täitmine, kuid õpilased, kes ei jõudnud 45 minuti jooksul töölehe täitmisest kaugemale, said arvamusküsimumstikule kokkuleppel uuringu läbiviijaga, hiljem kodus läbi interneti vastata. Uuringu kolmas osa põhines sarnaselt uuringu esimesele osale järelküsimumstiku täitmisel, mille jaoks oli õpilastel aega 15 minutit. Kuna tuulte liikumise temaatikat käsitletakse esmakordselt juba põhikoolis, siis otsustas uuringu läbiviija, et tuulte liikumise temaatikat enne uuringu läbiviimist ei õpetata. Uuring toimus koolides 2015. aasta detsembrist kuni 2016. aasta veebruarini, olenevalt sellest, millal ühes või teises koolis atmosfääri temaatikani jõuti.

## **2.2 Valim**

Käesoleva magistritöö läbiviimisel kasutati mugavusvalimit. Kindlasti ei saa sellise valimi puhul tulemusi kasutada suurema üldistuse tegemiseks kõikidele Eesti koolidele. Valimisse kuulus esialgse plaani kohaselt 150 õpilast Eesti viie erineva gümnaasiumi 10. ja 11. klassidest (joonis 4). 10. ja 11. klassid valiti seetõttu, et erinevates koolides õpetatakse geograafiat erinevatel aegadel. Põhiuuringus osalesid Oskar Lutsu Palamuse Gümnaasium, Kiviõli I Keskkool, Iisaku Gümnaasium, Parksepa Keskkool ja Miina Härma Gümnaasium. Lõppvalimisse kuulusid vaid need gümnaasiumiõpilased, kes täitsid eel- ja järelküsimumstiku ning osalesid arvutitunnis ehk lõppvalimisse kuulusid kõik need õpilased, kes võtsid osa uuringu kõigist kolmest osast. Kuna mõningad esialgsesse valimisse kuulunud õpilased ei saanud osa võtta kõigist kolmest osast, siis jäi esialgselt valimist alles 135 gümnaasiumiõpilast ehk 90% planeeritust.



**Joonis 4.** Valimi moodustanud koolid ja õpilaste arv (N=135).

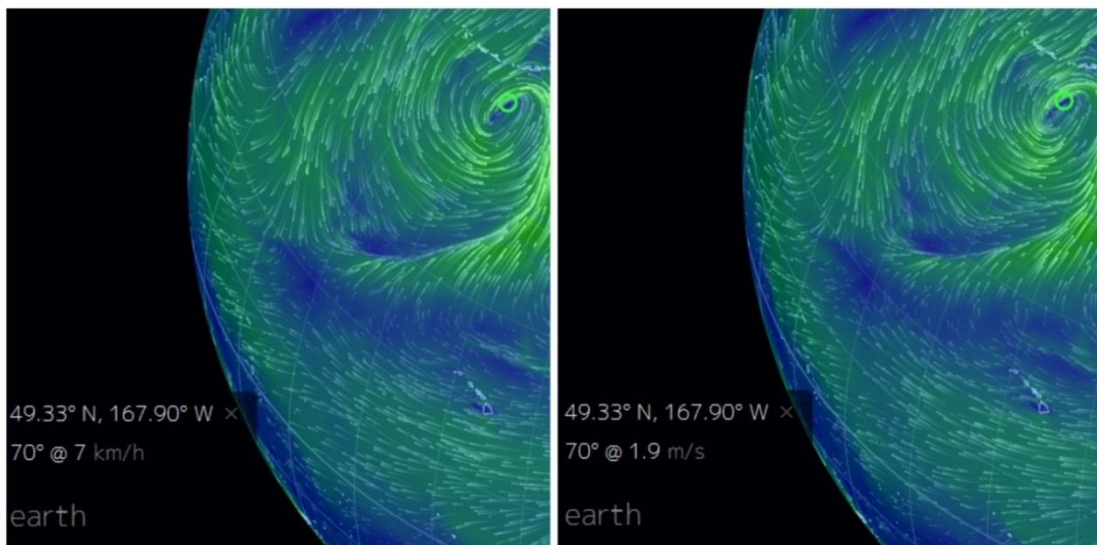
## 2.3 Instrument

Käesoleva magistritöö eesmärgi täitmiseks kasutati instrumentidena eelküsimustikku (lisa 1), järelküsimustikku (lisa 3) ja töölehte (lisa 2). Kõik uurimisinstrumendid on koostatud töö autori poolt. Küsimustike ja töölehe koostamisel jälgiti, et need vastaksid Gümnaasiumi riiklikule õppekavale. Gümnaasiumi riikliku õppekava kohaselt on vajalik eritasandiliste küsimuste olemasolu ning seda ka küsimustike ja töölehe koostamisel arvestati. Samuti jälgiti küsimustike ning töölehe ülesannete koostamisel õpilaste töömahtu ja püüti seda hoida optimaalsena. Eelküsimustik ja järelküsimustik sisaldasid endis 10 küsimust/ ülesannet ning arvutitunnis kasutatav tööleht 6 ülesannet.

Arvutitunnis pidid õpilased tegema tööd interaktiivse mudeliga, mis põhineb tuulte liikumisel (joonis 5). Antud mudel asub leheküljel <http://earth.nullschool.net>. Sellise tuulte liikumise mudeli kasuks otsustati seetõttu, et see on üks ülevaatlikumaid ning põhjalikumaid mudeleid, mis kirjeldab õhu liikumist ja erinevaid õhu liikumise seaduspärasusi niivõrd selgelt ja arusaadavalt reaalajas. Kuigi käesolev tuulte mudel baseerub inglise keelel ei olnud siinkohal õpilaste inglise keele oskus oluline. Kogu vajalik informatsioon õpilaste jaoks oli esitletud liikuva pildina, millest õpilased pidid vastavalt esitatud küsimustele ja ülesannetele õigeid vastuseid ülesse märkima. Ainsaks tekstiliselt/ numbriliseks esituskohaks oli tuulte kiiruse andmete edastamine. Tuule kiiruse andmed edastatakse sellel leheküljel vaikimisi (*default*) km/h, õpilastele harjumuspärase m/s asemel. Antud tuule kiiruse näidule vajutades sai valida

ka õpilastele juba tuttavama tuule kiiruse mõõteühiku m/s. Selle kohta tegi uuringu läbiviija ka enne tunni alustamist tahvlile märke ning vastav sisuline informatsioon sai edastatud ka suuliselt.

Käesoleva interaktiivse tuulte mudeli lehekülg on koostatud põhimõttel, et inimestel oleks võimalik reaajas jälgida erinevate tuulte liikumist. Mudeli andmeid uuendatakse vähemalt 12 tunni tagant. Võimalus on jälgida erinevaid aspekte, nagu näiteks missugused tsüklonid või antitsüklonid on erinevate paikade ilma kujundamas või ennustada ilma tulevaks nädalaks.



**Joonis 5.** Ekraanikoopia interaktiivsest tuulte mudelist koos numbrilise osaga.

Esmalt lehekülge avades ilmub ekraanile sinine maakera, millele on kantud erinevad tuuled neonrohelistest peenikeste joontega. Maakera on võimalik oma soovi järgi kas suurendada või vähendada ning samuti on võimalik mudelit erinevatesse asenditesse keerata. Maakeral klõpsates ilmuvad ekraani vasakusse alumisse nurka andmed, hiirega klõpsatud koha andmetega, näha on võimalik asukoha koordinaate ning tuule kiirust.

Käesoleva mudeliga töötamisel peab kindlasti arvestama sellega, et kui võimas on server ning arvuti, millega tööd tegema hakatakse. Käesoleva uuringu käigus ei tekkinud olukorda, kus veebileht ei oleks avanenud. Küll aga ilmses probleeme mudeli *kokkujooksimisega* ehk arvutiekraanil olev pilt ainult seisis ning lehekülg vajab uuendamist (*refresh*). Mida väiksem hulk õpilasi üheaegselt arvutite taga interaktiivse tuulte mudeliga tööd tegi, seda kiiremini ja sujuvamalt tuuled mudelil liikusid.

Selleks, et arvutitundi paremini organiseerida ning õpilased omandaksid teadmisi efektiivsemalt, kasutati tunni läbiviimisel töölehte (lisa 2). Tööleht oli koostatud nii, et kõikidel õpilastel oleks võimalik ilma lisaabi kasutamata töötada tuulte mudeliga. Töölehel oli kokku kuus põhiülesannet. Kõik ülesanded sisaldasid endas erinevaid alaküsimusi ning ülesandeid. Õpilased pidid enamikes ülesannetes vastama kirjeldavatele küsimustele „missugune?“, „kuidas?“ või ülesannetele „iseloomusta“, „leia“, „põhjenda“, „joonista“ ja „võrdle“. Sellises stiilis küsimuste esitamisega sooviti õpilasi suunata sügavamalt õppima ning suunata protsessidest arusaamisele. Enne töölehe ja tuulte mudeliga tööle asumist selgitas uuringu läbiviija ka mudeli olulisemaid aspekte (nt suurendamine, vähendamine, pööramine) ja vastas õpilaste esitatud küsimustele.

Selleks, et näha muutust õpilaste teadmistes enne tuulte mudeliga töötamist ning pärast arvutitundi, kasutati käesolevas töös eel- ja järelküsimustikke. Eelküsimustik (lisa 1) koosnes kümnest ülesandest/ - küsimusest ning kõik küsimused olid seotud õhu liikumise seaduspärasustega. Eelküsimustikuga selgitati välja missugused olid õpilaste teadmised õhu liikumise seaduspärasustest enne atmosfääri temaatikaga lähemalt tutvumist gümnaasiumiosas. Kuigi eelnevalt on seda teemat põgusalt puudutatud põhikoolis ei olnud sellest eeltestide tulemusi analüüsides aru saada. Eelküsimustikud täideti õpilaste poolt vahetult enne arvutitunni läbiviimist ning õpilastel ei olnud aega ega ilmselt ka motivatsiooni otsida või kontrollida oma esitatud vastuste õigsust, kuigi seda 100%-lt kõikide õpilaste puhul väita ei saa.

Järelküsimustik (lisa 3) koosnes sarnaselt eelküsimustikule kümnest ülesandest/ küsimusest. Üheksa küsimust kümnest olid identsed eelküsimustikus esitatutega. Järelküsimustiku viies küsimus oli võrreldes eelküsimustikuga pisut modifitseeritud. Järelküsimustik täideti koheselt peale õppetunni läbiviimist arvutiklassis. Eel- ja järelküsimustike vastuste võrdlus andis hea ülevaate ja võimaldas hinnata õpilaste arusaamise arengut interaktiivse tuulte mudeli ja töölehe rakendamise tulemusena.

Selleks, et tulemustest saada paremat ülevaadet rühmitas töö autor eel- ja järelküsimustikes esitatud küsimused vastavalt uurimusküsimustele. Esimesele uurimusküsimusele vastasid kõige ilmekamalt 1. ja 4. küsimuste tulemused. Teisele uurimusküsimusele andsid vastuse 2., 3., 5. ja 6. ülesannete vastused. Kolmanda uurimusküsimuse analüüsiks kasutati 7., 8., 9. ja 10. ülesannete vastuseid. Neljanda uurimusküsimuse tarbeks analüüsiti õpilaste hinnanguid arvutitunnis kasutatud tuulte mudelile.

## 2.4 Andmeanalüüs

Eelküsimustike, järelküsimustike ja töölehe kodeeritud vastused kanti *Ms Excel 2010* tabelisse. Kõigepealt anti ülesannetele punkte lähtudes sellest, missugune oleks olnud ideaalne vastus. Eel- ja järelküsimustikes ning töölehel oli erinevates ülesannetes võimalik saada 1-5 punkti. Selleks, et tulemusi paremini analüüsida, kodeeriti nii eel- ja järelküsimustike ning töölehe vastused kolme kategooriasse. Esimesse kategooriasse kuulusid vastused, mis olid puudulikud või olid valesti vastatud (1). Teise kategooriasse kuulusid küsimuste vastused, mis olid osaliselt õiged ja see tähendas seda, et vähemalt pool esitatud vastustest olid õigesti esitatud (2). Kolmandasse kategooriasse kuulusid vastused, mis sisaldasid täielikult õiget informatsiooni (3).

Andmete analüüsiks kasutati statistikaprogrammi IBM SPSS 23.0 (*Statistical Package of Social Studies*) Wilcoxon signed-rank testi ja Spearman's rho korrelatsioonianalüüsi. Wilcoxon signed-rank testiga oli võimalik analüüsida eel- ja järelküsimustike vastuseid ning hinnata õpilaste arusaamade arengut interaktiivse tuulte mudeli rakendamisel. Spearman's rho korrelatsioonianalüüsiga leiti seoseid töölehe ülesannete ja järelküsimustike ülesannete vahel. Mitteparameetrilise statistika kasuks otsustas uurimuse läbiviija seetõttu, et tunnuste väärtused ei vastanud normaaljaotusele.

### 3. Tulemused ja arutelu

Käesoleva magistritöö peamiseks eesmärgiks oli uurida, kuidas muudab interaktiivse tuulte mudeli rakendamine gümnaasiumiõpilaste arusaamist üldisest õhuringlusest ja tsükloonaalsest tegevusest.

#### 3.1 Töölehe vastused

Töölehel oli kokku kuus ülesannet, millest enamik jagunesid sarnaselt eel- ja järelküsimustikule eraldi alaküsimusteks ja ülesanneteks. Ülesannetele anti punkte vastavalt küsimuses olevatele osadele.

**Tabel 1.** Gümnaasiumiõpilaste töölehe vastused (N=135).

Küsimuse nr	Õigete vastuste arv	%	Osaliselt õigete vastuste arv	%	Puudulike vastuste arv	%
1	101	74,8	32	23,7	2	1,5
2	112	82,9	23	17,1	-	-
3	69	51,1	66	48,9	-	-
4	96	71,1	37	27,4	2	1,5
5	46	34,1	87	64,4	2	1,5
6	106	78,5	28	20,7	1	0,8

Tulemustest järeldub, et kõige paremini said õpilased töölehe täitmisel hakkama 1, 2 ja 6 ülesandega, kus maksimaalsetele punktidele suutis vastata üle 100 õpilase (tabel 1). Hästi vastatuks küsimuseks osutus ka ülesanne number 4, kus õigete vastuste osakaal ületas 70%. Üllatavaks osutus aga see, et kuigi töölehe ülesanded 2 ja 3 olid põhimõtteliselt ühesugused (joonisele õhu liikumise märkimine tsüklonis), oli kolmanda ülesande maksimaalselt sooritanuid üle 30% vähem. Põhjuseks võis olla õpilaste liigne kiirustamine ning ülesande kirjelduse mitte läbi lugemine, kuna joonisele ei oldud kantud mitte lõunapoolkeral paikneva tsükloni õhu liikumist vaid põhjapoolkera oma. Viienda ülesande puhul kaotasid õpilased punkte eelkõige selle eest, et ei suudetud vastusesse märkida, missuguse ilmakaarte tuuled hetkel Eestis puhuvad. Siinkohal saab välja tuua ka antud tuulte mudeli ühe miinuse, milleks

oligi ilmakaarte puudumine. Töölehe vastuseid analüüsid ning õpilaste märkmeid vaadeldes tuleb välja, et see oleks olnud nende jaoks oluline ja vajalik. Samas esines viiendas ülesandes ka arutlusi, kus õpilased oma vastustes kirjeldasid hetkel õues oleva ilma ning tuulte mudelilt nähtu seostest, millest võib järeldada, et tuulte mudeli kasutamine suunas õpilasi igapäevaeluliste situatsioonide üle mõtlema.

Õpilaste (N=135) poolt antud töölehe vastuseid analüüsiti võrdluses järelküsimumstike vastustega. Korrelatsioonianalüüsiga sooviti teada saada, kas töölehe vastuste ning järelküsimumstikes esitatud vastuste vahel esineb seoseid. Korrelatsioonianalüüsi abil leiti mõningad statistiliselt väga nõrgad seosed töölehe ülesannete ning järelküsimumstiku ülesannete vahel (tabel 2). Selliste tulemuste puhul ei ole aga adekvaatne suuremaid üldistusi teha.

**Tabel 2.** Töölehe ja järelküsimumstiku vastuste vahel tekkinud seosed analüüsituna *Spearman's rho* korrelatsioonianalüüsiga (N=135).

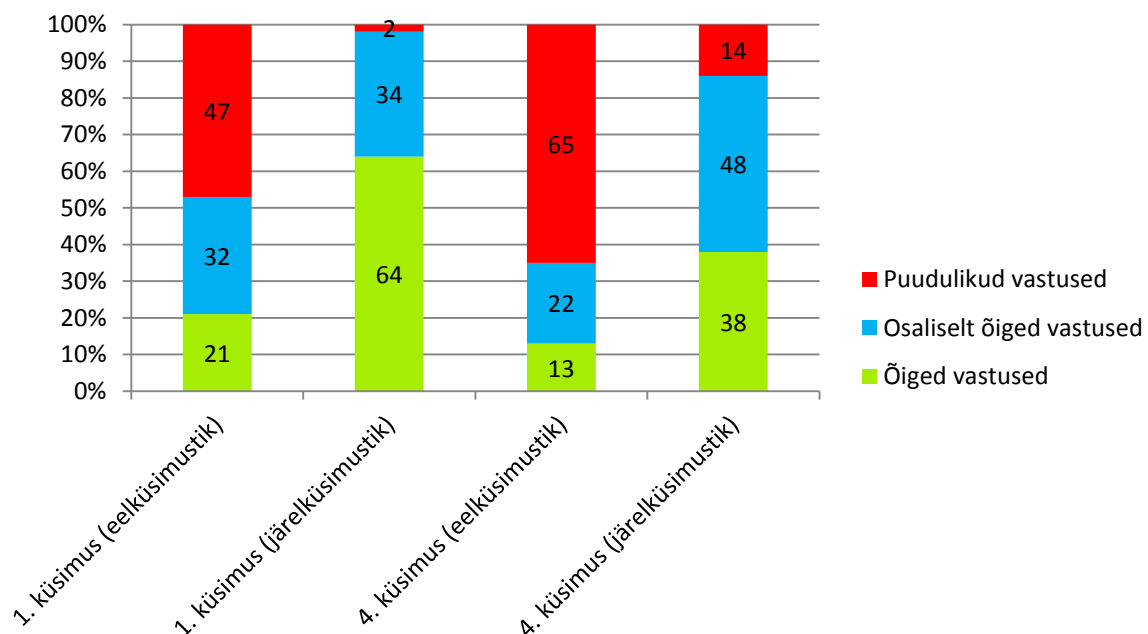
Ülesanded	Õigete vastuste arv töölehel	Õigete vastuste arv järelküsimumstikus	$\rho$	p
Tööleht ül. 1 Järelküsimumstik ül. 2	101	82	0,197	p<0,05
Tööleht ül. 3 Järelküsimumstik ül. 3	69	30	0,188	p<0,05
Tööleht ül. 4 Järelküsimumstik ül. 2	96	79	0,248	p<0,05
Tööleht ül. 5 Järelküsimumstik ül. 9	46	109	0,207	p<0,05

### 3.2 Gümnaasiumiõpilaste oskus seostada õhu liikumist madal- ja kõrgrõhualadega

Käesoleva magistritöö esimese uurimisküsimumusega sooviti teada, kuidas areneb gümnaasiumiõpilaste oskus seostada õhu liikumist madal- ja kõrgrõhualadega, rakendades interaktiivset tuulte mudelit. Õpilaste seostamisoskuse arengut uuriti lähtuvalt sellest, missugune oli erinevus eel- ja järelküsimumstike ülesannete vastuste vahel. Vastavas ülesandes

oli õpilastel vaja eristada madal- ja kõrgrõhualasid, märkida joonistele õhu liikumise suund või selgitada õhu liikumise seaduspärasusi, arvestades sealjuures madal- ja kõrgrõhualadega seotud aspekte.

Kuigi arusaamist õhu liikumisest kõrg- ja madalrõhualade vahel näitasid teatud määral enamik eel- ja järelküsimustikus olevate ülesannete vastuseid, ilmestasid õpilaste seostamisoskuse arengut kõige paremini 1. ja 4. ülesande vastused (lisa 3). Nende ülesannete vastuste põhjal on koostatud ka vastus esimesele uurimisküsimusele.



**Joonis 6.** Gümnaasiumiõpilaste madal- ja kõrgrõhualade vahelise õhu liikumise seostamisoskust käsitlevate küsimuste vastuste osakaal (%) eel- ja järelküsimustikes (N=135).

Tulemustest on võimalik välja lugeda, et õpilaste vastustes esines eel- ja järelküsimustikus märgatavalt olulisi muutusi (joonis 6). Kui eelküsimustikus suutis esimesele küsimusele korrektse vastuse anda vaid 28 õpilast 135-st ehk 21% vastanutest, siis järelküsimustikes suutis õige vastuse kirja panna 86 õpilast. See tähendab, et õigete vastuste osakaal suurenes esimese küsimuse puhul üle 40%, mis on märkimisväärne muutus õpilaste teadmistes. Väga suur erinevus esimese küsimuse puhul eel- ja järelküsimustikus oli ka puudulike vastuste osas. Kui eelküsimustikes oli puudulike vastuste osakaal väga kõrge ja moodustas 47% vastustest, siis järelküsimustikest oli võimalik puudulikke vastuseid välja lugeda vaid kolmel korral, mis tähendab, et puudulike vastuste osakaal langes 45%. Üsnagi muutumatuks jäi esimese küsimuse puhul osaliselt õigete vastuste osakaal, kus vastus oli õpilase poolt küll



kirja pandud, kuid täielikult õigeks vastust lugeda ei olnud võimalik, kuna esines mõningaid puudujääke. Oluline on siinkohal välja tuua see, et kuigi osaliselt õigete vastuste osakaal jäi üsnagi muutumatuks, siis ei moodustanud eel- ja järelküsimustikes nende vastuste andnud ühed ja samad õpilased. Õpilased, kes eelküsimustikus ei suutnud küsimusele üldse vastust kirja panna või nende vastus oli puudulik, nende tulemused tõusid peamiselt osaliselt õigete vastuste saanute hulka ning eelküsimustikus osaliselt õige vastuse kirja saanud õpilased suutsid järelküsimustikus anda enamasti täiesti õige vastuse. Neljanda küsimuse puhul on märgata ka tunduvalt suurenenud osaliselt õigete vastuste arvu. Kui eelküsimustikes suutis osaliselt õige vastuse anda 30 õpilast ehk 22% õpilastest, siis järelküsimustikes juba 65 õpilast ehk 48% vastanutest (N=135). Sellest on võimalik järeldada, et isegi kui õpilased ei suutnud anda küsimusele täielikult õiget vastust, siis paranesid nende teadmised siiski olulisel määral ja juba järelküsimustikes suutsid gümnaasiumiõpilased puudulike vastuste asemel panna kirja õigeid või osaliselt õigeid vastuseid.

**Tabel 3.** Gümnaasiumiõpilaste eel- ja järelküsimustike keskmised tulemused madal- ja kõrgrõhualade ning õhu liikumisega seotud küsimustele (N=135).

Küsimuse nr	Eelküsimustiku tulemus	Järelküsimustiku tulemus	Z	p
1	0,74	1,61	- 7,72	<0,001
4	0,49	1,24	- 7,91	<0,001

Eelküsimustikus valmistas esimese küsimuse puhul gümnaasiumiõpilaste jaoks kõige enam raskusi madalama rõhuga ala märkimine joonisele ning tulemustest on võimalik järeldada, et sellest lähtuvalt joonistati ka õhu liikuma hakkamise suund üldjuhul valesti või märgiti nooleke õigele suunale vastupidiselt. Õpilaste vastuseid analüüsidest võib järeldada, et õpilased seostasid joonisel kujutatud kõrgemat õhutemperatuuri koheselt ka kõrgema õhurõhuga ning sellest tulenevalt tehti ka vastavad märkmed joonisele. Kuigi tuulte mudel otseselt seda küsimust visuaalselt ei näitlikustanud, ei tekkinud gümnaasiumiõpilastel järelküsimustikes enam probleeme madalama rõhuga ala ning kõrgema rõhuga ala märkimine joonisele ning sellest on võimalik järeldada, et õpilaste teadmistes toimus statistiliselt oluline areng ( $Z = -7,72$ ;  $<0,001$ ). Keskmise punktisumma selle küsimuse puhul tõusis 0,87 punkti võrra ja see on oluline muutus, kuna eelküsimustikes oli keskmine skoor vaid 0,74 ja järelküsimustikes juba 1,61 punkti võimalikust 2-st punktist (tabel 3). Tulemusi analüüsidest tuli välja ka tõsiasi, et õpilastel puudus eelküsimustikes pea igasugune oskus seostada

erinevaid ülesandeid omavahel ning ei suudetud leida ühes ja samas küsimustikus paiknevate ülesannete vahelisi seoseid. Järeloküsimustike tulemustest aga on võimalik välja lugeda, et õpilaste oskus jooniseid omavahel seostada paranes oluliselt ning suudeti erinevates küsimustes esitatud jooniseid omavahel kokku viia.

Neljanda küsimuse puhul tuli õpilastel vaadata joonist ning märkida sellele, kus paiknevad madal- ja kõrgrõhualad. Kusjuures joonisele oli küsimustike koostaja poolt märgitud värviliste noolekestega õhu liikumise suunad, kas on tõusvad või laskuvad õhuvoolud ning samuti laiuskraadid ja kõrgused maapinnast. Peamiseks eksimise kohaks selle küsimuse puhul ja üldse eelküsimustikes läbivalt oli madalrõhualade ja kõrgrõhualade asukohtade vastupidine paigutamine joonistele – madalrõhualadele märgiti juurde kõrgrõhualad ja vastupidi. Õpilastel puudus igasugune oskus seletada joonisel selgelt kujutatud õhu liikumist madal- ja kõrgrõhualade vahel ning kohati tundus, et tähed olid märgitud joonisele pigem juhuslikult kui teadlikult. Järeloküsimustike vastuseid analüüsides oli selgelt näha õpilaste seostamisoskuse arengut, kus õpilased suutsid seostada neljanda küsimuse esimesega ning sellest tulenevalt teha ka enda jaoks vajalikke järeldusi. Õpilaste tulemustest on selgelt näha, et seostamisoskuse paranemisega, paranesid mõlema küsimuse, nii esimese kui neljanda küsimuse tulemused. Eel- ja järeloküsimustike vastuste summeerimisel on näha, et eelküsimustike keskmine punktisumma antud küsimuse puhul oli vaid 0,49 punkti maksimaalsest 2-st punktist, kuid peale arvutitunnis tuulte mudeliga töötamist tõusis antud näitaja 1,24 punktini, mis on ligikaudu 38% parem tulemus ning näitab õpilaste teadmistes märkimisväärset arengut ( $Z = -7,91$ ;  $p < 0,001$ ).

Käesoleva magistritöö esimese uurimisküsimuse analüüs näitab, et interaktiivse tuulte mudeli rakendamine õppetöös mõjus õpilaste tuulte liikumise seostamisoskusele madal- ja kõrgrõhualade vahel positiivselt ning statistiliselt olulisel määral. Seostamisoskuse areng on väga oluline ka üldises pildis, kuna hea seostamisvõime aitab õpilastel edukamalt toime tulla ka erinevate igapäevaeluliste olukordade ja situatsioonidega ning antud uuringu põhjal on võimalik järeldada, et veebipõhiste mudelite rakendamine aitab sellele igati kaasa. Sarnastele järeldustele on jõudnud ka erinevad teadlased (Gilbert *et al.*, 2008).

### 3.3 Õpilaste õhuringluse selgitamise oskus

Magistritöö teise uurimisküsimusega sooviti teada saada, kuidas areneb gümnaasiumiõpilaste õhuringluse selgitamise oskus interaktiivse tuulte mudeli kasutamise tulemusena. Õpilaste arengut uuriti lähtuvalt sellest, missugused olid gümnaasiumiõpilaste poolt esitatud vastused eelküsimustikes ning hiljem järelküsimustikes. Üldise õhu liikumise seaduspärasusi uurisid enamik eel- ja järelküsimustiku küsimused ning ülesanded, kuid õhuringluse selgitamise oskust kontrollisid kõige selgemini ülesanded 2, 3, 5 ja 6 (lisa 3).

**Tabel 4.** Gümnaasiumiõpilaste eel- ja järelküsimustike keskmised tulemused õhuringluse selgitamist oskust kontrollivatele küsimustele (N=135).

Küsimuse nr	Eelküsimustiku tulemus	Järelküsimustiku tulemus	Z	p
2	0,23	0,63	- 6,27	<0,001
3	0,56	1,31	- 7,40	<0,001
5	0,72	0,56	- 2,73	>0,001
6	0,27	1,57	- 9,35	<0,001

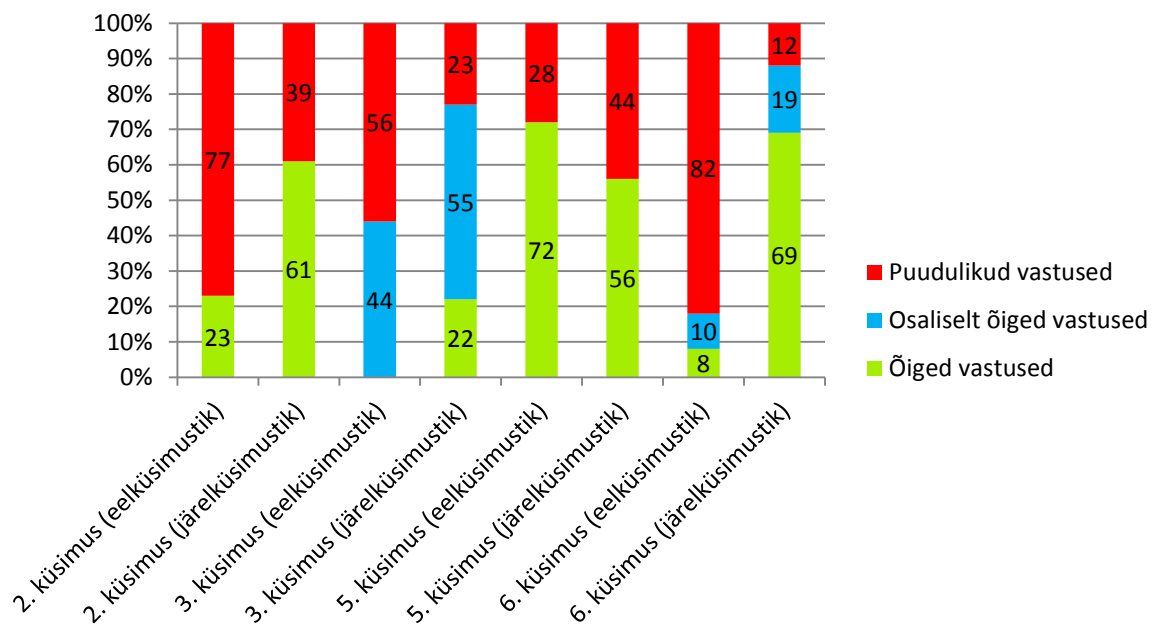
Tulemustest selgus, et konkreetset õhu liikumist puudutavate küsimuste puhul osutus peale tööd tuulte mudeliga, kõige paremini vastatuks kuues küsimus (tabel 4). Kuues küsimus oli seotud passaatide liikumisega. Õpilastel arenes passaatide liikumise kirjeldamise ning selgitamise oskus märgatavalt ja õigete vastuste osakaal suurenes peale arvutitunni läbiviimist koguni 61% võrra. Eelküsimustikes valmistas õpilastele kõige enam raskusi just jooniste täiendamine vastavalt ülesandes etteantud punktidele. Eelküsimustikes tõmmati õpilaste poolt üle „maakerä“ suvaliste suundadega sirgjooni, mis olenemata asukohtadest liikusid teineteisega läbiseigi. Järelküsimustikes suutsid enamik õpilastest märkida joonistele korrektseid tuule suundi näitavad jooned. Tulemustest lähtuvalt saab väita, et üldine areng selle küsimuse puhul oli statistiliselt oluline ( $Z = -9,35$ ;  $<0,001$ ). Tulemustest on võimalik järeldada, et kõige olulisemaks muutuseks eel- ja järelküsimustike vastuste vahel oligi selle küsimuse puhul gümnaasiumiõpilaste jooniste täiendamise oskuse areng, mis näitas, et nad olid õhu liikumisest õigesti aru saanud.. Sellisest tulemusest on võimalik järeldada, et õpilaste oskus selgitada tuulte liikumist paranes tänu interaktiivse tuulte mudeli rakendamisele, kus tuulte liikumist oli võimalik uurida liikuva mudeli abil. Kuuenda ülesande puhul oli

eelküsimustikes väga palju valesid vastuseid, kus peaaegu kõik vastanud (N=135) arvasid, et passaadid liiguvad põhja- ja lõunapoolkeradelt sirgjooneliselt ekvaatori poole ja ekvaatoril kohtudes toimub justkui tuulte „*kokkupõrge*“ (õpilaste töödes enim kasutatud mõiste passaatide kirjeldamisel), millele järgnevad suured tormid, mis rannikualadel elavaid inimesi hirmutavad. Peale tööd interaktiivse tuulte mudeliga ning töölehega ei kirjeldanud ükski õpilastest enam järelküsimustikes passaatide liikumist sarnaselt eelküsimustikes esitatuga. Sellest võib järeldada, et tuulte mudeli kasutamine suutis ümber lükata ka õpilaste vale arusaamise.

Küsimus number 2 näitas samuti olulist arengut õpilaste teadmistes. Selle küsimuse puhul tuli õpilastel eel- ja järelküsimustikes vastata lühidalt ja konkreetset „Mis paneb õhu liikuma?“. Eelküsimustikes tekitas see küsimus õpilasele silmnähtavalt raskusi ning õige vastuse suutsid anda vaid 31 (23%) õpilast kõikidest vastanutest (N=135). Sellele küsimusele andsid gümnaasiumiõpilased eelküsimustikes rohkelt ebamääraseid ja puudulikke vastuseid, kokku 104 õpilase vastust, mis moodustas üle 77% kõikidest vastustest (joonis 7). Peale interaktiivse tuulte mudeli kasutamist arvutitunnis toimus gümnaasiumiõpilaste teadmistes oluline muutus ( $Z = -6,27$ ;  $p < 0,001$ ) ning puudulike vastuste osakaal langes ligi 50% ulatuses. Järelküsimustikes suutis 82 õpilast 135-st, mis on üle 60%, vastata esitatud küsimusele korrektselt ja saada maksimaalne võimalik punktisumma. Korrelatsioonianalüüsi abil leiti statistiliselt küll nõrk, kuid siiski oluline seos ka töölehe ülesannete ning järelküsimustiku teise küsimuse vahel ( $p = 0,197$ ,  $p = 0,248$ ;  $p < 0,05$ ). Nõrga kuid siiski olemasoleva seose esinemisest on võimalik järeldada, et õpilaste teadmiste paremaks arendamiseks on töös interaktiivsete mudelitega vajalikud ka abistavad töölehed.

Kolmanda küsimuse puhul tuli õpilastel nimetada tegurid, mis mõjutavad tuule liikumise kiirust ja suunda ning seda ka lühidalt selgitada. Eelküsimustikes ei suutnud mitte ükski vastanutest saada maksimaalset punktisummat, mida võis seostada ka teise küsimuse halva tulemusega eelküsimustikes. Järelküsimustikes paranesid gümnaasiumiõpilaste teadmised olulisel määral ( $Z = -7,40$ ;  $p < 0,001$ ). Järelküsimustikes suutis õige vastuse anda 30 õpilast 135-st, mis moodustas 22% vastanutest (N=135). Kuigi õigete vastuste osakaal ei olnud ka järelküsimustikes väga suur, oli erinevus eelküsimustikuga siiski üsnagi märkimisväärne. Väga suure osa moodustasid ka vastused, mis olid osaliselt õiged, ehk oli välja toodud üks tegur, küsitud kahe teguri asemel. Selliste vastuste osakaal suurenes 44%-lt eelküsimustikes, 55%-ni järelküsimustikes. Järelküsimustikes oli väga oluline tähelepanek ka see, et peale arvutitunni läbiviimist ning tuulte mudeli rakendamist suutsid õpilased küsimusele „*selgita*“

väga põhjalikke ning asjakohaseid vastuseid anda, millest võib järeldada, et õpilaste õhuringluse selgitamise oskus võrreldes varasemaga paranes ning töölehe ja interaktiivse tuulte mudeli rakendamine oli tulemuslik. Järelküsimustiku kolmanda ülesande ja töölehe ülesannete vahel ilmnes ka nõrk, kuid samas oluline seos ( $\rho=0,188$ ;  $p<0,05$ ).



**Joonis 7.** Gümnaasiumiõpilaste õhu liikumist selgitavatele ülesannete vastuste osakaal (%) eel- ja järelküsimustikes (N=135).

Käesoleva magistritöö teise uurimisküsimuse analüüsile toetudes on võimalik järeldada, et gümnaasiumiõpilaste õhuringluse selgitamise ning kirjeldamise oskus muutus ja seda enamikes küsimustes statistiliselt olulisel määral. Antud uurimisküsimuse analüüsist tuleb välja, et õpilased vajavad interaktiivsete mudelitega töötamisel kindlasti abiks töölehti, millega tunnis tehtavat tööd paremini organiseerida ja millelt oleks võimalik leida abistavaid ning suunavaid juhiseid. Samasugustele järeldustele on jõudnud ka Hegarty (2004), kes on välja toonud, et just pildilise ning tekstilise materjali koosesitus annab kõige efektiivsemaid tulemusi õpilaste teadmiste arendamiseks.

### 3.4 Õpilaste arusaamise areng õhu liikumisest tsüklonites

Käesoleva magistritöö kolmanda uurimisküsimusega taheti teada saada, mil määral mõjutab interaktiivse tuulte mudeli rakendamine õppetunnis õpilaste arusaamist õhu liikumisest

tsüklonites. Eel- ja järelküsimustikes kontrollisid gümnaasiumiõpilaste teadmisi õhu liikumise kohta tsüklonites täpsemalt ülesanded 7, 8, 9 ja 10 (lisa 3).

**Tabel 5.** Gümnaasiumiõpilaste eel- ja järelküsimustike keskmised tulemused tsüklonitega seotud küsimustele (N=135).

Küsimuse nr	Eelküsimustiku tulemus	Järelküsimustiku tulemus	Z	p
7	0,55	1,54	- 8,51	<0,001
8	1,15	1,53	- 5,03	<0,001
9	3,36	4,13	- 6,20	<0,001
10	2,53	3,39	- 5,53	<0,001

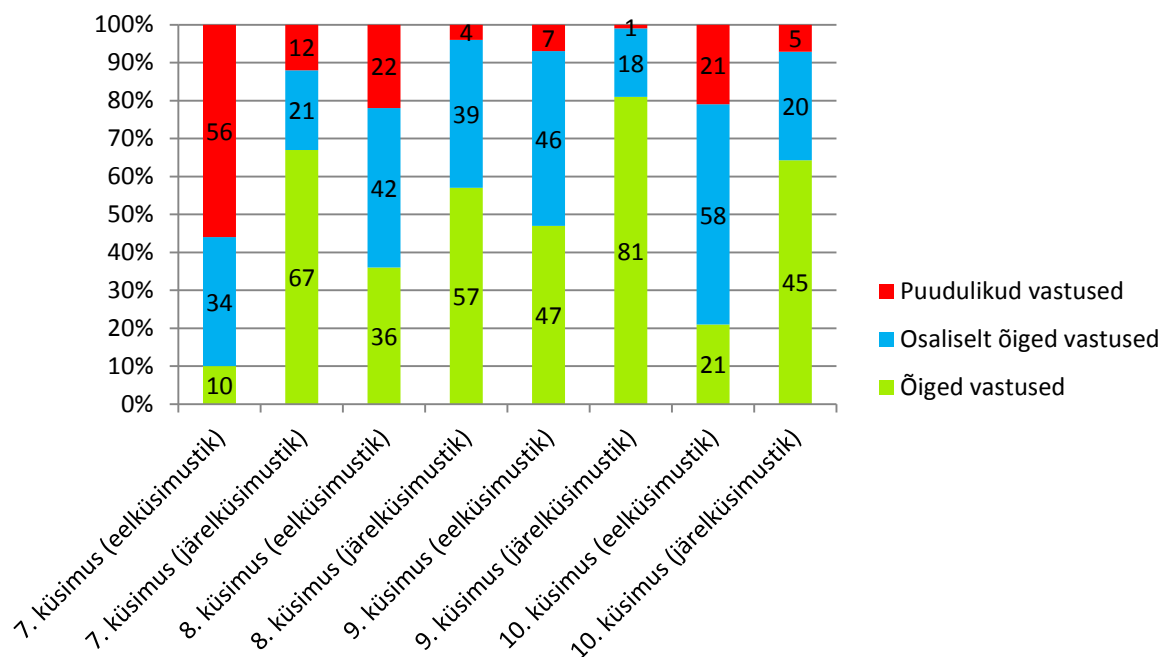
Eel- ja järelküsimustike seitsmenda ülesande puhul, pidid õpilased joonistel toimuvast aru saama ja lugema pildilisel kujul esitatud informatsiooni. Õigete vastuste osakaal võrreldes eel- ja järelküsimustikega suurenes 57% võrra. Samaselt kuuenda ülesandega valmistas õpilastele kõige enam eelküsimustikes probleeme korrektsete noolekete lisamine joonisele. Puudulikke või valesid vastuseid oli eelküsimustikes 56% (N=135). Tulemusi analüüsides võib eeldada, et peamiseks põhjuseks, miks õpilased ei saanud esialgselt selles küsimuses positiivseid tulemusi oli see, et arvati õhku liikuvat sirgjooneliselt madalama rõhuga aladelt kõrgema rõhuga alade poole. Järelküsimustike vastustest saab välja lugeda suurt arengut, kuna mitte üheski esitatud järelküsimustikus ei kirjeldatud tuulte liikumist enam sirgjooneliselt, ega madalama rõhuga aladelt kõrgema rõhuga alade poole. Samuti vähenes puudulike või valesti vastanute arv 17-ni 135-st (joonis 8). Selle küsimuse puhul arenes tugevalt õpilaste visuaalse informatsiooni lugemise oskus mudelilt ning selle ülekandmine töölehte ülesandele ( $Z = -8,51$ ;  $p < 0,001$ ).

Eel- ja järelküsimustike kaheksandas ülesandes tuli õpilastel kokku viia esitatud tekstiline osa ning eelneval joonisel kujutatu. Eelküsimustikes suutis sellele küsimusele õigesti vastata 36% õpilastest (N=135). Peamiseks põhjuseks, miks õpilased selle ülesande eest maksimaalseid punkte ei suutnud saada, oli see, et aeti segamini tsüklon ning antitsüklon – tsüklonit kujutava joonise juurde märgiti antitsüklon ning vastupidi. Järelküsimustikes aga tõusis õigete vastuste osakaal 21% võrra, mis ei ole küll kõige suurem, kuid siiski oluline muutus. Järelküsimustikes suutis tekstist õigesti aru saada ning joonisel toimuvast aru saada 57% gümnaasiumiõpilastest (N=135). Sellised tulemused näitavad selgelt, et õpilaste teadmistes toimusid tuulte mudeli

rakendamisel olulised muutused ( $Z = -5,03$ ;  $p < 0,001$ ), õhu liikumise seaduspärasuste koha tsüklonites.

Üheksanda küsimuse puhul tuli õpilastel otsustada, kas küsimustikus esitatud väited on tõesed või väärad. Selle ülesande eest suutis eelküsimustikus 47% õpilastest ( $N=135$ ) saada maksimaalse tulemuse. Peamiseks eksimise kohaks selle küsimuse puhul eelküsimustikes oli sarnaselt eelnevale küsimusele tsüklonite ning antitsüklonite segi ajamine. Tuulte mudeliga töötamisel oli õpilastel võimalik näha reaalselt õhu liikumist nii tsüklonites, kui ka antitsüklonites. Kuna tsüklonid ja antitsüklonid on õpilaste jaoks pigem abstraktsed ja kauged nähtused, siis aitas tuulte mudel õhu liikumist neis nähtustes, õpilaste jaoks reaalselt esitada. Tulemustest saab välja lugeda, et tuulte mudeli kasutamine oli siinkohal väga edukas vahend õhu liikumise näitlikustamiseks ja õpilaste teadmiste parendamiseks, sest järelküsimustike õigete vastuste osakaal tõusis 34% võrra, mis tähendab, et maksimaalse tulemuse suutis saada 109 õpilast 135-st, ehk 81% vastanutest. Kokkuvõtvalt saab öelda, et selle küsimuse puhul on võimalik õpilaste teadmiste/ arusaamise arengut selgelt välja lugeda ( $Z = -6,20$ ;  $p < 0,001$ ). *Spearman's rho* korrelatsioonianalüüsi abil leiti nõrk, kuid statistiliselt oluline seos töölehe 5. ülesande vastuste ja järelküsimustiku 9. ülesande vastuste vahel ( $\rho = 0,207$ ;  $p < 0,05$ ).

Kümnes küsimus oli tsükcloneid puudutavatest küsimustest õpilastele nii eel- kui ka järelküsimustikes kõige raskem. Õpilaste jaoks oli keerukas märkida õigeid tähti joonisele, mis tähistasid troopiliste tsüklonite paiknemist. Kuigi kümnenda ülesande eest oli õpilastel võimalik koguda 5 punkti, oli keskmine punktisumma selle ülesande eest eelküsimustikes vaid 2,53 punkti (tabel 5). Järelküsimustikes tõusis keskmine punktisumma 0,86 punkti võrra ja statistiliselt oli muutus küll madalam, kuid siiski täiesti olemas ning ka oluline ( $Z = -5,53$ ;  $p < 0,001$ ). Kui eelküsimustikes suutis maksimaalse punktisumma saada 29 õpilast (21%), siis järelküsimustikes tõusis õigesti vastanute arv 61-ni, mis tähendab, et õigesti vastanute osakaal järelküsimustikes oli 45%. Kuigi järelküsimustike vastustest on võimalik välja lugeda gümnaasiumiõpilaste teadmiste tõusu, siis võrreldes teiste küsimustega on toimunud areng madalam. Selline madalam tulemuste tõus aga võis olla tingitud sellest, et arvutitunnis kasutatud interaktiivselt tuulte mudelilt ei olnud võimalik otseselt troopiliste tsüklonite paiknemist välja lugeda ning samuti ei käsitletud töölehe ülesanded kuigi spetsiifiliselt troopiliste tsüklonite paiknemist kaardil. Sellega aga on võimalik omakorda järeldada, et õpilastele jäävad paremini meelde ning nad suudavad kergemini mõista olukordi ja situatsioone, mida neil on võimalik ka visuaalselt näha ja pelgalt ühekordsest lugemisest ainuüksi ei piisa teadmiste omandamiseks vajalikul tasemel.



**Joonis 8.** Gümnaasiumiõpilaste tsükloneid käsitlevate küsimuste vastuste osakaal (%) eel- ja järelküsimustikes (N=135).

Käesoleva magistritöö kolmanda uurimisküsimuse vastuste analüüsile toetudes saab väita, et interaktiivse tuulte mudeli rakendamine õppetunnis aitas kaasa õpilaste arusaamisele õhu liikumisest tsüklonites ning seda vägagi olulisel määral. Tuulte mudeli rakendamine aitas õpilastel neile keerulisena ning kaugena tunduva temaatika tuua lähemale ning muuta kergemini mõistetavaks. Means & Roschelle (2010) on oma uurimuses jõudnud sarnasele järeldusele ning välja toonud ka selle, et interaktiivsete õppevahendite kasutamine tõstab seeläbi õpilaste õppeedukust.

### 3.5 Õpilaste hinnangud interaktiivsele tuulte mudelile

Käesoleva magistritöö neljanda uurimisküsimusega sooviti teada saada, missugused on gümnaasiumiõpilaste hinnangud interaktiivse tuulte mudeli kasutamisele õppetöös. Õpilastel tuli peale läbiviidud arvutitundi täita uurimuse läbiviija poolt koostatud arvamusküsimustik, kus neil oli võimalus avaldada oma arvamust nii vabavastuselisel kui ka konkreetsetele küsimustele vastates. Arvamusküsimustikule andsid vastuse 127 õpilast koguvallimist (N=135).



Õpilastelt uuriti, kuidas neile meeldis teha geograafiatunnis tööd interaktiivse tuulte mudeliga. Selleks oli uuringu läbiviijal esitatud küsimus nii, et õpilastel oli võimalik valida nelja vastusevariandi vahel (väga meeldis, meeldis, pigem ei meeldinud, ei meeldinud üldse). 98 õpilast ehk 77% vastas, et neile väga meeldis teha tööd tuulte mudeliga, 28 õpilast ehk 22% vastas, et neile meeldis ning vaid üks õpilane vastas, et talle ei meeldinud tuulte mudeliga üldse tööd teha. Õpilastel oli ka võimalus oma eelnevalt kirja pandud vastust lühidalt kirjeldada ning peamiselt toodi välja, et interaktiivse tuulte mudeli kasutamine oli põnev ning kergesti mõistetav. Lisaks mainiti ära, et arvutiklassis läbiviidud tunnid on vahelduseks tavalistele klassitundidele. Kuigi enamik õpilasi hindas tuulte mudeli kasutamist igati heaks, siis toodi välja ka mõningaid negatiivseid aspekte. Peamise negatiivse aspektina tõid õpilased välja selle, et tuulte mudelil puudusid ilmakaared ning kirjeldasid, et tänu sellele muutus töötamine mudeliga nende jaoks pisut keerukamaks. Seda, et õpilased tundsid puudust ilmakaarte olemasolust tuulte mudelil oli võimalik järeldada ka õpilaste vastustest järelküsimustikes ning nende kommentaaridest uuringu läbiviijale.

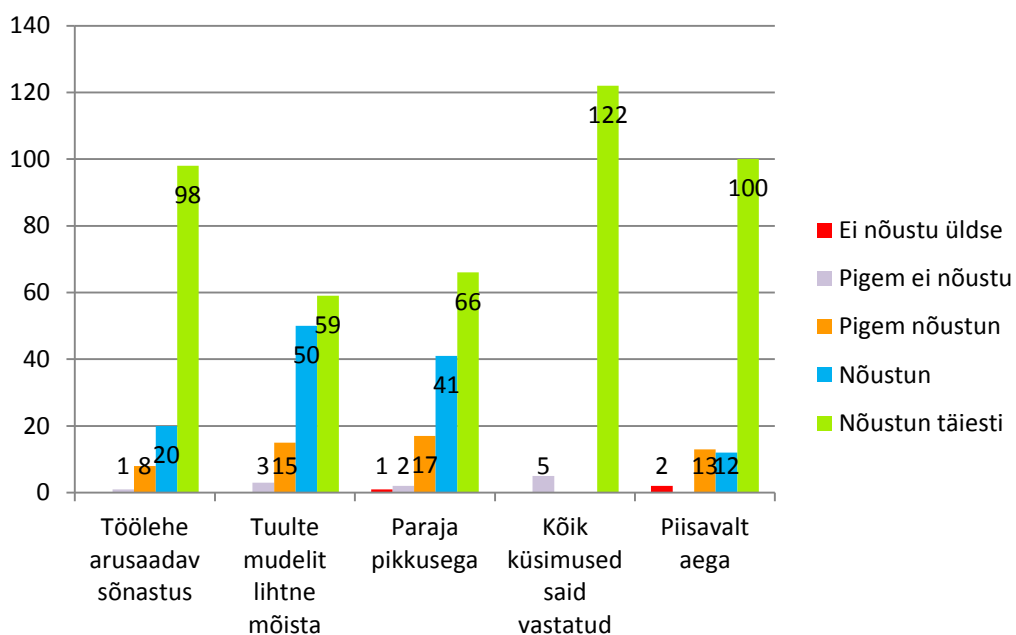
Lisaks meeldivuse aspektile, paluti õpilastel vabavastuseliselt panna kirja missuguseid uusi teadmisi nad töös interaktiivse tuulte mudeliga omandasid. Ootuspäraselt kirjeldasid enamik õpilastest siinkohal tuulte liikumisega seotud aspekte. Kõige enam toodi välja, et saadi teada, et tuul ei liigu sirgjooneliselt (56%) ning põhja- ja lõunapoolkeral liigub õhk tsüklonites erinevates suundades (17%). Lisaks toodi uute teadmistena välja passaatide liikumine (9%), õhu liikumine kõrgema rõhuga aladelt madalama rõhuga alade poole (7%) ning tsükloni ja antitsükloni eristamine (4%). Kaheksa gümnaasiumiõpilast kirjutas vastusesse, et ei omandanud tuulte mudeliga õppimisel midagi ning kaks õpilast jätsid sellele küsimusele vastamata. Õpilaste poolt välja toodud punktid olid ka ühed olulisimad, mida loodeti tuulte mudeli rakendamisega õpilastele selgitada ning mille osas nende teadmisi parandada.

Õpilastelt uuriti ka seda, kas nende jaoks oli töölehe olemasolu tuulte mudeliga töötamisel piisavaks abivahendiks või oleksid nad soovinud ka õpetajapoolset lisa juhendamist. Vastused sellele küsimusele olid üsna erinevad. Ligi 30% õpilaste arvates, oleks võinud lisaks töölehele olla võimalus ka õpetajale täpsustavaid küsimusi esitada ning õpetaja poolseid juhiseid kuulda saada. Samas arvas üle 50% õpilastest, et tuulte mudel oli niivõrd kergesti mõistetav ning arusaadav, et tööleht oli tuulte mudeliga töötamiseks piisavaks abivahendiks. 20% õpilaste arvates oli aga töölehe olemasolu ebavajalik ja selle asemel oleks võinud õpetaja kõike täpsemalt seletada. Sellistest tulemustest võime järeldada, et üha enam on vajalik erinevate

veebipõhiste mudelitega töötamine ning töölehtede kasutamine, et seeläbi tõsta õpilaste iseseisvust ning oskust iseseisvalt töötada.

Arvamusküsimustikus oli õpilastel soovi korral ka võimalus kirja panna oma arvamus tuulte mudeli rakendamise kohta õppetunnis. Õpilastel oli võimalus kirjutada, mida nad tuulte mudeliga õppimisest arvavad ning kas nad sooviksid kasutada ka edaspidises õppetöös tuulte mudelit. Vastustest selgus, et enamik õpilastest oli positiivselt häälestatud ja nad sooviksid lisaks uuringus osalemisele veel oma aineõpetajaga tuulte mudeliga mõnes geograafia tunnis tööd teha. Lisaks mainiti, et õpikuga võrreldes saab tuulte mudeliga parema ning selgema ülevaate tuulte tegelikust liikumisest. Kaks õpilast tõid eraldi välja, et kindlasti kasutavad nad tulevaseks kontrolltööks õppimisel tuulte mudeli abi. 79 õpilast tõi eraldi välja, et arvutist vaadatud liikuva pildiga mudeli jälgimine aitas neil paremini erinevaid seaduspärasusi nii meenutada kui ka meelde jätta.

Õpilastele oli arvamusküsimustikus võimalik hinnata ka töölehe ülesandeid ning tuulte mudelit 5 pallilisel skaalal, kus 1 vastas vastusega „ei nõustu üldse“ ja 5 „nõustun täiesti“ (joonis 9). Väiteid, millega õpilastel tuli kas nõustuda või mitte oli viis: töölehel olevad ülesanded olid arusaadavalt esitatud, tuulte mudelit oli lihtne mõista, tööleht oli paraja pikkusega, sain tuulte mudeli kasutamisel kõikidele küsimustele vastused ning ülesannete täitmiseks oli piisavalt aega.



**Joonis 9.** Gümnaasiumiõpilaste nõustumine töölehe ja tuulte mudeli kohta käivate väidetega (N=127).

Kokkuvõtteks selle uurimisküsimuse puhul on võimalik öelda, et enamik õpilasi oli positiivselt meelestatud tuulte mudeliga õppimisel ja neile meeldis tuulte mudeliga töötamine õppetunnis. Eriti selgelt tuli õpilaste vastustest välja see, et õpilased pidasid arvutitunde huvitavamateks ning motiveerivamateks ja samas vaheldust pakkuvamateks kui tavatunde. Artvinli (2010) on samuti on uuringus välja toonud, et just interaktiivsete vahendite ja keskkondade kasutamine mõjutab positiivselt õpilaste huve ning õpimotivatsiooni.

## 4. Järeldused

Käesolevas magistritöös uuriti gümnaasiumiõpilaste arusaamise muutust õhu liikumise seaduspärasustest. Läbiviidud uuringu tulemused näitasid, et interaktiivse tuulte mudeli rakendamine õppeprotsessis oli edukas ning aitas õpilastel paremini aru saada õhu liikumisest. Gümnaasiumiõpilaste tulemused paranesid olulisel määral ja õpilaste arusaamine õhu liikumise seaduspärasustest suurenes märgatavalt. Seega võib soovitada töös kasutatud tuulte mudelit rakendada ka juba põhikooli õpilastega atmosfääri temaatika näitlikustamiseks.

Uurimuses uuriti õpilaste oskust seostada madal- ja kõrgrõhualasid õhu liikumisega ning tulemustest selgub, et õpilaste teadmised paranesid märgatavalt peale tööd tuulte mudeliga. Sellistest tulemustest on võimalik järeldada, et interaktiivsete õppevahendite rakendamine õppetöös tõstab õpilaste õppetöö tulemuslikkust ning seeläbi omakorda ka õpilaste õpimotivatsiooni.

Lisaks selgus, et tuulte mudeli rakendamisega paranesid oluliselt ka õpilaste teadmised ja oskused tsüklonite kirjeldamise küsimustes. Gümnaasiumiõpilaste vastustest on võimalik järeldada, et interaktiivse mudeli rakendamine pani õpilasi aktiivselt kaasa töötama ning suunas õpilasi erinevate olukordade üle arutlema ja kaasa mõtlema.

Gümnaasiumiõpilaste hinnangutele toetudes võib järeldada, et õpilased soovivad erinevaid interaktiivseid mudeleid õppetöös kasutada just seetõttu, et interaktiivsed mudelid pakuvad neile paremaid võimalusi erinevatest olukordadest selgemini aru saada ning seeläbi parandada nende õpitulemusi.

Käesolevale magistritööle püstitati ka hüpotees ning gümnaasiumiõpilaste antud vastustest järelküsimustikes on võimalik järeldada, et tööle püstitatud hüpotees sai kinnitust.

## Kokkuvõte

Tänapäeva koolis kasutatakse õppeprotsessis üha enam erinevaid infotehnoloogilisi vahendeid, mis võimaldavad esitada reaalelulisi situatsioone. Samuti oodatakse õpilastelt aktiivset info- ja kommunikatsioonitehnoloogia kasutust. Käesoleva magistritööga sooviti selgitada, kuidas mõjutab interaktiivse tuulte mudeli (<http://earth.nullschool.net>) rakendamine õppeprotsessis gümnaasiumiõpilaste õppetöö tulemuslikkust ja sellest lähtuvalt seati uurimusele eesmärk:

- Selgitada välja, kuidas mõjutab interaktiivse tuulte mudeli rakendamine õppetöös gümnaasiumiõpilaste arusaamist üldisest õhuringlusest ja tsükloonaalsest tegevusest.

Käesoleva uuringu eesmärgi täitmiseks kasutati instrumentidena kirjalikku eel- ja järelküsimustikku ning töölehte. Vajalike andmete kogumiseks moodustati mugavusvalim, millesse kuulus kokku 135 gümnaasiumiõpilast, viie Eesti erineva kooli 10. ja 11. klassidest. Uuring piloteeriti 2015. aasta detsembris ning põhiuuring viidi läbi 2016. aasta jaanuaris ja veebruaris.

Uuring toimus kolmes osas. Uuringu esimeses etapis vastasid õpilased eelküsimustiku küsimustele. Esimesele osale järgnes arvutitund (45 minutit), kus õpilased pidid täitma töölehe ülesandeid kasutades selleks interaktiivset tuulte mudelit ning uuringu kolmandas etapis vastasid õpilased järelküsimustike küsimustele.

Magistritöö esimese uurimisküsimusega taheti teada saada, kuidas areneb õpilaste oskus seostada õhu liikumist madal- ja kõrgrõhualadega. Eel- ja järelküsimustike vastuste analüüsist on võimalik välja lugeda, et gümnaasiumiõpilaste tulemused paranesid statistiliselt olulisel määral ning tuulte mudeli rakendamine aitas õpilastel paremini seostada õhu liikumist madal- ja kõrgrõhualadega.

Teise uurimisküsimusega sooviti teada saada, kuidas areneb õpilaste õhuringluse selgitamise oskus tuulte mudeli kasutamise tulemusena. Tulemustest selgus, et õpilaste õhuringluse selgitamise oskus küll paranes, kuid ilma toetava töölehe olemasoluta ei oleks tuulte mudeli rakendamine olnud niivõrd tulemuslik, kui seda koos töölehega.

Uurimustöö kolmanda uurimisküsimusega sooviti välja selgitada, mil määral mõjutab interaktiivse tuulte mudeli rakendamine õpilaste arusaamist õhu liikumisest tsüklonites.

Tulemustest selgus, et tuulte mudeli rakendamine aitas kaasa olulisel määral õpilaste arusaamise kujunemisele, kuidas ja missuguste seaduspärasuste järgi toimub õhu liikumine tsüklonites.

Magistritöö viimase uurimisküsimusega taheti saada teada, missugused on õpilaste hinnangud interaktiivse tuulte mudeli kasutamisele õppeprotsessis. Õpilaste vastustest selgus, et nad hindavad veebipõhise tuulte mudeli kasutamist õppetunnis kõrgelt ning soovivad ka edaspidises õppetöös interaktiivseid mudeleid kasutada.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et magistritööle seatud eesmärk sai täidetud. Interaktiivse tuulte mudeli rakendamine õppetöös parandas gümnaasiumiõpilaste arusaamist üldisest õhuringlusest ja tsüklonaalsest tegevusest. Siinkohal on vajalik aga kindlasti välja tuua, et tulemustest lähtudes on tuulte mudeli rakendamisel õppetöös toetava või suunava töölehe kasutamine õpilaste jaoks kindlasti vajalik.

## Kasutatud kirjandus

**Abrams, E., Southerland, S., & Cummins, C. (2001).** The how's and why's of biological change: how learners neglect physical mechanisms in their search of meaning. *International Journal of Science Education*, 23, 1271-1281.

**Ainsworth, S., van Labake, N. (2004).** Multiple forms of dynamic representation. *Learning and Instruction*, 14, 241-255.

**Ait, K., & Rannikmäe, M. (2014).** 21. sajandi oskused – milleks ja kellele neid vaja on? M. Rannikmäe, R. Soobard (Toim.). *Paradigmaatilised suundumused loodusainete õpetamisel üldhariduskoolis*. (33-41). Tartu: TÜ Loodustadusliku Hariduse Keskus.

**Artvinli, E. (2010).** The Contribution of Geographic Information Systems (GIS) to Geography Education and Secondary School Students Attitudes Related to GIS. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 10, 3, 1277-1292.

<http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ919854.pdf> (19.04.2016)

**Avgerinou, M. D. (2003).** A mad-tea party no more: the visual literacy definition problem. – *Turning Trees/ Eds. R. E. Griffin, V. S. Williams, L. Jung. Loretto, PA:IVLA*, 29-41.

**Avgerinou, M. D. (2007).** Towards a Visual Literacy Index. *Journal of Visual Research*, 27, 1, 29-46.

**Bloom, B. S. (1956).** Taxonomy of Educational Objectives. Handbook, NY.

**Bukhardt, G., Mansour, M., Valdez, G., Gunn, C., Dawson, M., Lemke, C., Coughlin, E., Thadani, V., & Martin, C. (2003).** *21st Century Skills: Literacy in the digital age*. Metiri, USA.

**Burkhard, R. A., Meier, M. (2004).** Tube Map: Evaluation of a Visual Metaphor for Interfunctional Communication of Complex Projects. *Proc. Proceedings of I-KNOW '04*, 449-456.

**Card, S. K. (1999).** *Readings in information visualization: using vision to think*. San Francisco (Calif.): Morgan Kaufmann Publishers.

**Choi, K., Lee, H., Shin, N., Kim, S. & Krajcik, J. (2011).** Re-Conceptualization of Scientific Literacy in South Korea for the 21st Century. *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 6, 670-697.

**Cox, M., Webb, M., Blakeley, B., Beauchamp, T., & Rhodes, V. (2004).** *ICT and pedagogy: A review of the research literature*. London: DfES Publications.

**Davies, A., Fidler, D. & Gorbis, M. (2011).** *Future Work Skills 2020*.

[http://cdn.theatlantic.com/static/front/docs/sponsored/phoenix/future\\_work\\_skills\\_2020.pdf](http://cdn.theatlantic.com/static/front/docs/sponsored/phoenix/future_work_skills_2020.pdf)  
(19.04.2016).

**Eesti Arengufond. (2010).** EST\_IT@2018 raport infotehnoloogia kasutamisesest hariduses.

[http://www.arengufond.ee/upload/Editor/Publikatsioonid/IT+Haridus\\_teekaart\\_est.pdf](http://www.arengufond.ee/upload/Editor/Publikatsioonid/IT+Haridus_teekaart_est.pdf)  
(10.04.2016).

**European Commission (EC). (2013).** Survey of Schools: ICT in Education. Belgium: European Commission.

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/sites/digital-agenda/files/KK-31-13-401-EN-N.pdf>  
(12.04.2016)

**Fabrikant, S. I., & Goldsberry, K. (2005).** Thematic relevance and perceptual salience of dynamic geovisualization displays. Proceedings, 22th ICA/ACI International Cartographic Conference, A Coruna, Spain, Jul. 9-16, 2005.

**Gilbert, J-K., Reiner, M., Nakhleh, M. (2008).** Visualization: theory and practice in science education. Springer Science + Media B. V.

**Gümnaasiumi riiklik õppekava. (2014).** Riigi Teataja I, 29.08.2014, 21.

<https://www.riigiteataja.ee/akt/129082014021> (11.04.2016).

**Hannust, T. (2010).** Teadmised ja nende kujunemine. J. Jaani, L. Aru (Toim.). *Lõiming*. (63-74). Tartu Ülikooli haridusuuringute ja õppekavaarenduse keskus.

<http://www.curriculum.ut.ee/sites/default/files/sh/lõimingukogumik.pdf> (02.05.2016).

**Haridus- ja teadusministeerium (2006)** *Õppiv Tiiger. E-õppe arengukava üldhariduses aastatel 2006-2009*. Haridus- ja teadusministri 10. juuni 2006. a käskkirja nr. 625, Lisa 1. Tartu: Haridus- ja teadusministeerium.



**Hegarty, M. (2004).** Dynamic visualizations and learning: getting to the difficult questions. *Learning and Instruction*, 14, 343-351.

**Hidi, S., & Renninger, K. (2006).** The Four-Phase Model of Interest Development. *Educational Psychologist*, 41, 2, 111-127.

[http://moodle2.karelia.fi/file.php/732/Verkkopedagogiikka/renninger\\_4\\_phase\\_model.pdf](http://moodle2.karelia.fi/file.php/732/Verkkopedagogiikka/renninger_4_phase_model.pdf)  
(20.04.2016).

**Houtsonen, L. (2004).** Developments in teacher training in Finland: Emerging models of geography education. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 13, 190-196.

**Jones-Kavalier, B. R., & Flannigan, S. L. (2006).** Connecting the Digital Dots: Literacy of the 21st Century. *Viewpoint*, 2, 8-10.

<http://er.educause.edu/~media/files/article-downloads/eqm0621.pdf> (05.05.2016).

**Jõgi, A-L., & Aus, K. (2013).** Õpipädevus. E. Kikas, A. Toomela (Toim.). *Õppimine ja õpetamine kolmandas kooliastmes. Üldpädevused ja nende arendamine.* (78-93). Tallinn: EV Haridus- ja Teadusministeerium.

**Kuhn, D., Black, J., Keselman, A., & Kaplan, D. (2000).** The development of cognitive skills to support inquiry learning. *Cognition and instruction*, 18, 495-523.

**Kukk, V. (2008).** Teistmoodi e-õppimine 21. sajandil.

<http://iscx.dcc.ttu.ee/Present/Teistmoodi%20e-%C3%B5ppimine%2021.pdf> (13.04.2016).

**Laius, A., & Rannikmäe, M.(2011).** Impact on student change in scientific creativity and socio-scientific reasoning skills from teacher collaboration and gains from professional in-service. *Journal of Baltic Science Education*, 10(2), 127 – 137

**Leppik, P. (2000).** *Lapse arendamise ja õpetamise probleeme koolis.* Tallinn, Tallinna Pedagoogikaülikool.

**Lewalter, D. (2003).** Cognitive strategies for learning from static and dynamic visuals. *Learning and Instruction*, 13, 177-189.

**Liiber, Ü. (2011).** IKT rakendamise võimalustest geograafiaõpetuses.

[http://www.oppekava.ee/images/e/ee/IKT\\_rakendamise%C3%B5imalustest\\_geograafia%C3%B5petuses.pdf](http://www.oppekava.ee/images/e/ee/IKT_rakendamise%C3%B5imalustest_geograafia%C3%B5petuses.pdf) (20.04.2016).

**Lowe, R.K. (2003).** Animation and learning: selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction*, 13, 157-176.

**M. W. Keatinge. (1967).** *The Great Didactic of John Amos Comenius*. New York: Russell & Russell.

**Mayer, R. E. (1999).** Multimedia aids to problem-solving transfer. *International Journal of Educational Research*, 31, 611-623.

**Mayer, R. E. (2001).** Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer Multimedia learning, 31-48. New York: Cambridge University Press.

**Mayer, R. E. (2002).** The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13, 125-135.

**Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002).** Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 14, 1.

<https://ydraw.com/wp-content/uploads/2012/04/Stop-Motion-Aids-Multimedia-Learning.pdf>  
(17.04.2016)

**Means, B., & Roschelle, J. (2010).** An overview of technology and learning. P. L. Peterson, E. L. Baker, & B. MacGaw. *International encyclopedia of education*. 3, 1-10. Oxford: Elsevier

**Merrill, D. C., & Reiser, P. J. (1993).** Scaffolding the acquisition of complex skills with reasoning-congruent learning environments. In *Proceedings of the Workshop in Graphical Representations, Reasoning and Communication from the World Conference on Artificial Intelligence in Reducation*. Edinburgh, Schotland.

**Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011).** What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education* 33, 1109-1130.

**Partnership for 21<sup>st</sup> Century Skills. (2006).** *A state leader's action guide to 21<sup>st</sup> century skills: A new vision for education*. Tucson, AZ: Partnership for 21<sup>st</sup> Century Skills.

**Piksööt, J., & Sarapuu, T. (2010).** IKT rakendamise loodusteaduste õppimisel. Koppel, L. (Toim.). *Valdkonnaraamat põhikooliõpetajale. Loodusained*. Tallinn: Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus.

**Post, A., Rannikmäe, M. (2011).** Ühiskonna erinevate huvigruppide ootused loodusainetes kujundatavale kompetentsusele. *Gümnaasiumi valdkonnaraamat LOODUSAINED*. Riiklik Eksami ja Kvalifikatsioonikeskus.

[http://www.oppekava.ee/index.php/G%C3%BCmnaasiumi\\_valdkonnaraamat\\_LOODUSAINED](http://www.oppekava.ee/index.php/G%C3%BCmnaasiumi_valdkonnaraamat_LOODUSAINED) (19.04.2016).

**Prensky, M. (2001).** Digital natives, Digital immigrants. *On The Horizon*, 9, 5, 1-6.

<http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf> (05.04.2016).

**Price, S. J. (2002).** Diagram representation: the cognitive basis for understanding animation in education (Technical Report 553): School of Computing and Cognitive Sciences, University of Sussex.

**Pärismaa, S. (2013).** Eesti põhikooli tase on maailmaklassist. *Õpetajate Leht*.

<http://opleht.ee/11637-eesti-pohikooli-tase-on-maailmaklassist/> (24.04.2016).

**Sarapuu, T. (2012).** Visuaalset kirjaoskust arendavad ülesanded.

[http://www.oppekava.ee/index.php/Visuaalset\\_kirjaoskustarendavad\\_%C3%BClesanded](http://www.oppekava.ee/index.php/Visuaalset_kirjaoskustarendavad_%C3%BClesanded) (16.04.2016).

**Scaife, M., & Rogers, Y. (1996).** How do graphical representations work? *International Journal on Human-Computer Studies*, 45, 185-213.

<http://users.mct.open.ac.uk/yvonne.rogers/papers/externalcognition.pdf> (16.04.2016).

**Slocum, T. A., McMaster, R. B., Kessler, F. C., Howard, H. H. (2005).** Thematic cartography and geographic visualization. Upper Saddle River (N. J.): Pearson/ Prentice Hall, 12.

**Spalter, A-M., van Dam, A. (2008).** Digital Visual Literacy. *Theory into Practice*, 101, 93-101. <http://stevetrevino.pbworks.com/f/DVL.pdf> (09.04.2016)

**Zumbach, J., Schmitt, S., Reimann, P., & Starkloff, P. (2006).** Learning life sciences: design and development of a virtual molecular biology learning lab. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 25, 281-300.

**Tsai, C.-C. (2009).** Conceptions of learning versus conceptions of web-based learning: The differences revealed by college students. *Computers & Education*, 53, 1092-1103.

**Wagner, T. (2010).** *The Global Achievement Gap*. New York: Perseus Books Group.

**Voogt, J., Knezek, G., Cox, M., Knezek, D., & Brummelhuis, A. (2013).** Under wich conditions does ICT have a positive effect on teaching and learning? *Journal of Computer Assisted Learning, Special Issue: Knowledge Transformation, Design and Technology*, 29, 1, 1-14.

## **Tänuavaldused**

Soovin tänada oma juhendajat Ülle Liiberit, kes oli alati positiivne ning abivalmis. Samuti sooviksin tänada kõiki uuringus osalenud koolide geograafia õpetajaid ning õpilasi.

Lisaks sooviksin tänada oma elukaaslast ja pisitütart, kes mind lõputöö valmimisel aitasid ning igakülselt toetasid. Aitäh Teile!

# **The understanding of general circulation and cyclonic activities by high school students through the application of interactive winds model in studies**

**Triinu Lüüde**

## **Summary**

The advancement of technology has been very rapid and seeped into all areas of life. Rapid technological progress has meant huge amendments have been made in education. Schools are increasingly using a variety of ICT means in order to provide better educational methods for students. It is particularly important to use ICT in education to illustrate real-life situations. As such, all students, in addition to teachers, are expected to actively use information and communication technologies.

Therefore, the purpose of this Master's thesis was to find out how the interactive wind model affects secondary school students' understanding about the overall air circulation and cyclonic activity.

Pre- and post-questionnaires were used to achieve the goal of this study. A survey was carried out in order to gather data for the purpose of this thesis. There were a total of 135 respondents to the survey – 10th and 11th grade students from five different schools in Estonia. The survey was piloted in December 2015 and the main survey was conducted in January and February 2016.

The survey was conducted in three parts. In the first stage, the students filled out the pre-questionnaire, which was followed by a 45-minute computer class, where the students completed a worksheet using an interactive model of the winds, and finally, in the third stage of the study, the students answered questions from post-questionnaires.

The first research question of this Master thesis' intended to find out how the students' ability to comprehend how the movement of air at low and high pressure areas is developed. The responses to the pre- and post-questionnaires show a significant statistical improvement on the secondary school students' knowledge. The interactive model of the winds helped the

students to better understand the associations between the passage of air at low and high-pressure areas.

The intention of the second research question was to find out how the students' ability to clarify air circulation develops after using the interactive model of the winds. The results showed that the students' ability to clarify air circulation improved, but there would not have been so much improvement in their knowledge about air circulation without the supporting worksheet.

The intention of the third research question was to find out how using the interactive model of the winds affects students' understanding of the movement of air in cyclones. The results showed that using the interactive model of the winds significantly contributed to the development of students' understanding of how air movement takes place in cyclones.

The final task of this thesis was to get the students' assessment on using the interactive wind model in their learning process. The responses showed that they appreciated the use of the model and are looking forward to including more interactive models in their studies.

In conclusion, it can be said that the purpose of this Master's thesis was fulfilled. Using the interactive wind model improved secondary school students understanding about the overall air circulation and cyclonic activity. However, it should be pointed out that according to the findings of this study, the supporting or guiding worksheets for pupils are certainly necessary.

## **Lisad**

**Lisa 1.** Eelküsimustik

**Lisa 2.** Arvutitunni tööleht

**Lisa 3.** Järelküsimustik

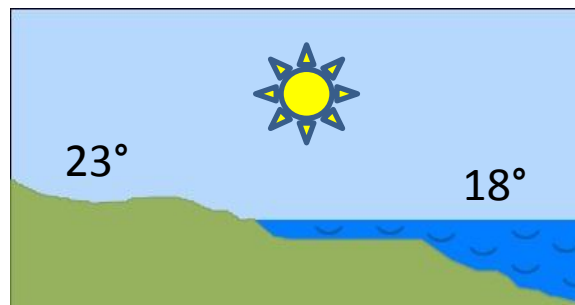


## Lisa 1.

Nimi \_\_\_\_\_ Kool \_\_\_\_\_ Klass \_\_\_\_\_

### Eelküsimustik

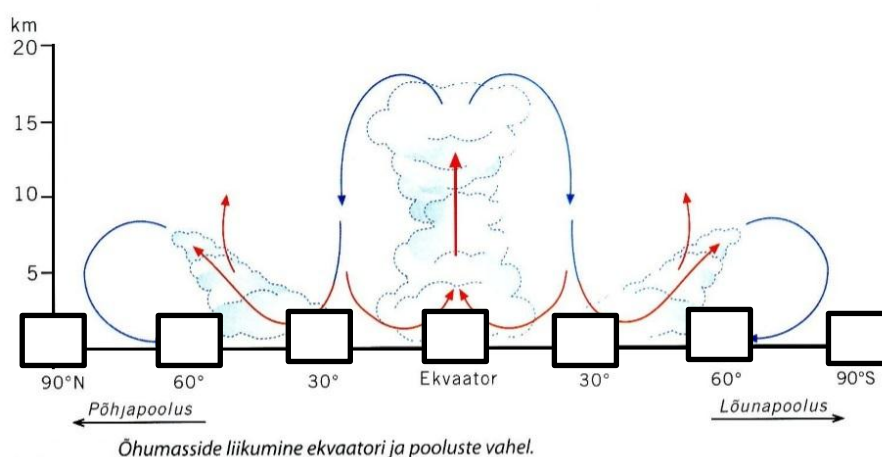
1. a) Kus kujuneb kõrgema (K), kus madalama (M) rõhuga ala. Märgi vastavalt tähtedega joonisele.  
b) Näita noolega, kuidas hakkab õhk liikuma.
2. Mis paneb õhu liikuma? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



3. Nimeta kaks tegurit, mis mõjutavad tuule suunda ja kiirust. Selgita lühidalt.

- 1) \_\_\_\_\_
- 2) \_\_\_\_\_

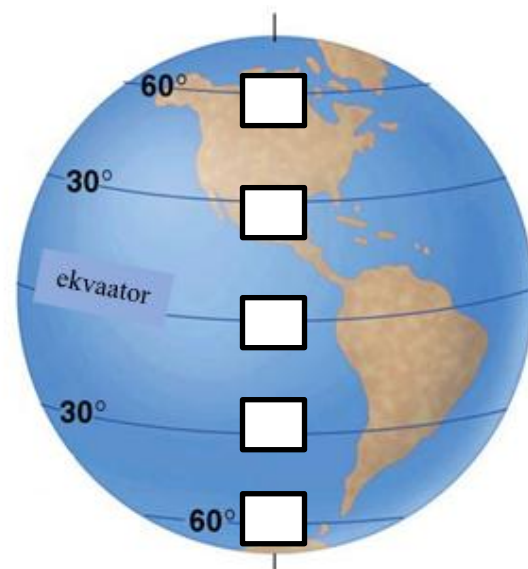
4. Tähista sellel ja järgmisel joonisel kastikesse madalrõhualad (M) ja kõrgrõhualad (K)



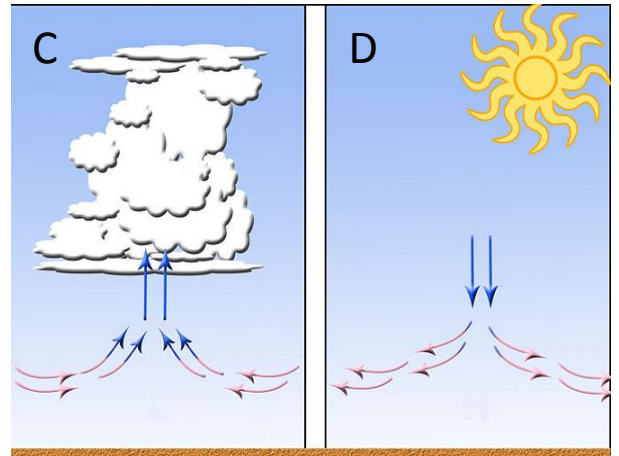
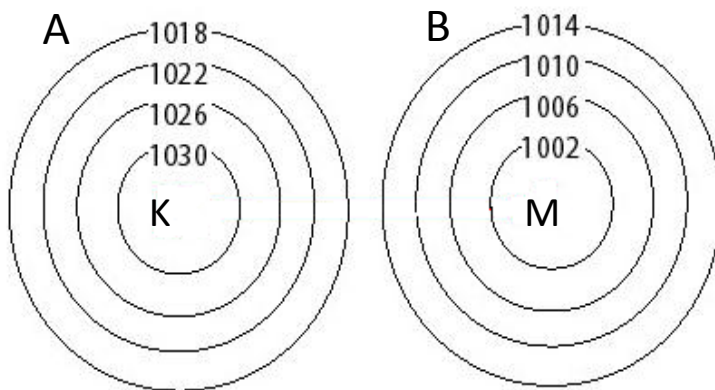
5. Kas õhu liikumine Maal toimub mingisuguse seaduspära järgi? Jah/ Ei

6. **Coriolisi jõud** kallutab pöörleval taustsüsteemil sh ka Maal liikuvaid objekte oma esialgsest suunast kõrvale. Põhjapoolkeral kalduvad tuuled esialgsest liikumissuunast Paremale ja lõunapoolkeral vasakule. **Passaadid** on püsivad tuuled, mis puhuvad kolmekümnendatelt laiuskraadidelt ekvaatori poole.

Näita joonisel nooltega, kuidas puhuvad **kirdepassaadid ja kagupassaadid**.



7. Näita nooltega, kuidas hakkab õhk liikuma joonisel A ja B kujutatud olukordades.



8. **Tsüklon** on mõnesaja kuni mitme tuhande km läbimõõduga õhukeeris, mille keskosas on õhurõhk madalam kui servadel ja milles valitsevad tõusvad õhuvoolud. Tsüklonit on kujutatud joonistel \_\_\_\_ ja \_\_\_\_

**Antitsüklon** on mõnesaja kuni mitme tuhande km läbimõõduga õhukeeris, mille keskosas on õhurõhk kõrgem kui servadel ja milles valitsevad langevad õhuvoolud. Antitsüklonit on kujutatud joonistel \_\_\_\_ ja \_\_\_\_

9. Otsusta, kas väited on tõesed või väärad.

Lõuna- ja põhjapoolkeral liigub õhk tsüklonis ühtmoodi.

Tõene/Väär

Eestis esineb tsükcloneid.

Tõene/Väär

Tänu tsüklonaalsele tegevusele on Eesti ilm väga muutlik.

Tõene/Väär

Tsüklonid muudavad ilma päikesepaisteliseks ja tuulevaikseks.

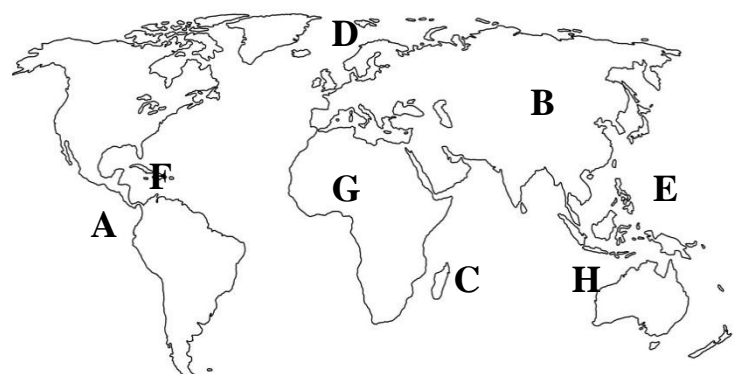
Tõene/Väär

Vali õige.      Parasvöötme tsüklonid esinevad      30°;    60°;    90° laiuskraadidel.

10. Kõige kohutavamaid ilmastikust tingitud loodusõnnetusi põhjustavad **troopilised tsüklonid**, mida nimetatakse ka orkaanideks ja taifuunideks. Troopilisel tsüklonil on kindel ehitus. Ta on võimas õhukeeris, kus toimub õhu intensiivne tõusev liikumine. Kogu tsükloni ala katavad paksud rünksajupilved.

Troopilised tsüklonid esinevad \_\_\_\_\_

Vali õiged tähed kaardilt.



## Lisa 2.

Nimi \_\_\_\_\_ Kool \_\_\_\_\_ Klass \_\_\_\_\_

### Tööleht

- Ava internetis link [earth.nullschool.net](http://earth.nullschool.net) ning tutvu tuulte mudeliga.
- Tuulte mudelil on ekvaator tähistatud pisut laiema ning heledama joonega.  
Kaardivõrgustik on esitatud 10° vahedega

1. Suurenda maakera nii, et Atlandi ookean oleks Sinu ees ja ekvaator jääks ekraani keskele. **Passaadid** on 30. laiuskraadidelt ekvaatori poole puhuvad püsivad tuuled, mis Coriolisi jõu tõttu kalduvad põhjapoolkeral paremale ja lõunapoolkeral vasakule.

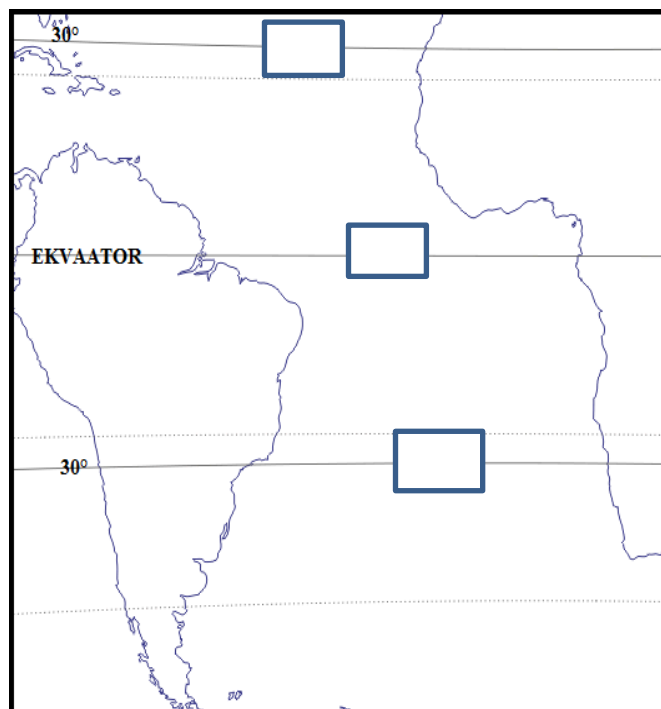
Leia mudelilt passaadid.

a) Passaadid puhuvad põhjapoolkeral *kirdest/ kagust/ edelast/ loodest* ja lõunapoolkeral *kirdest/ kagust/ edelast/ loodest*.

b) Märki juuresolevale kaardile nooltega kirdepassaadid ja kagupassaadid

c) Märki kaardil olevatesse kastikesse vastavalt madal- või kõrgrõhuala.

d) Otsi üles Vaikne ookean ja vaata ning otsusta, kas sama seaduspära kehtib ka seal? JAH/EI Põhjenda. \_\_\_\_\_

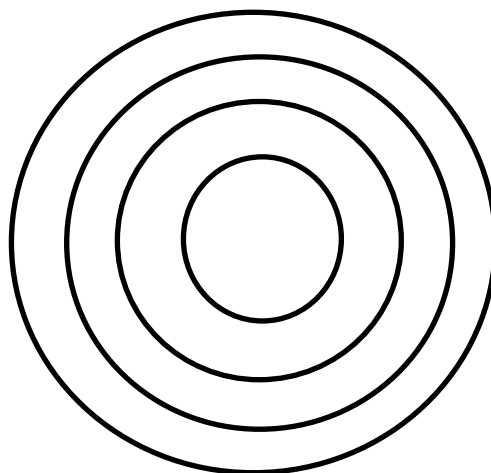


2. **Tsüklon** ehk madalrõhkkond on ulatuslik ala, kus õhurõhk on madalam kui seda ümbritsevates piirkondades.

a) Leia Atlandi või Vaikse ookeani põhjaosast üks tsüklon. Suurenda see üles ja joonista, kuidas liigub tuul tsüklonis.

b) Kas tsükloni keskosas on kõrgrõhukese (K) või madalrõhukese (M). Kirjuta vastav täht joonisele.

c) Kus see tsüklon asub?



d) Iseloomusta õhu liikumist tsüklonis

---

---

e) Klõpsates hiirega tsüklonil, ilmub ekraani vasakusse nurka tuule kiirus. Tuule kiirus tsükloni ääreas on ..... ja keskel on .....

f) Mis ilmakaarest puhub tuul tsükloni eri osades? Põhjaosas puhub tuul ..... ja tsükloni lõunaosas puhub tuul .....

3. Leia mudelilt nüüd üks tsüklon lõunapoolkeral.

a) Joonista õhu liikumise suund tsüklonis.

b) Võrdle õhu liikumist tsüklonis põhja- ja lõunapoolkeral.

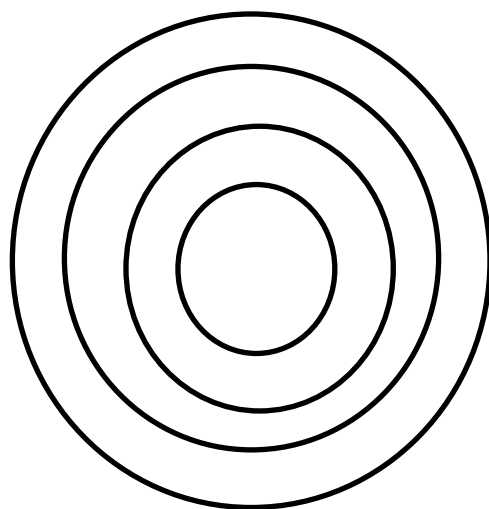
---

---

---

---

---



4. **Troopiline tsüklon ehk taifuun ehk orkaan** on ulatuslik väikestel laiustel tekkiv tuulekeeris, mis toob endaga kaasa tugeva tormi.

a) Leia mudelilt üks troopiline tsüklon ja üks parasvöötme tsüklon.

b) Missugune on kahe tsükloni ulatuse erinevus? .....

c) Missugune on kahe tsükloni tuule kiiruse erinevus? .....

5. Eesti ilmastik on väga muutlik madalrõhkkondade ehk tsüklonite ja kõrgrõhkkondade ehk antitsüklonite vaheldumise tõttu. Nende suurte keeriste pärast ei valitse Eestis püsivaid tuuli. Leia mudelilt Eesti ja kirjuta, mis ilmakaarest puhuvad tuuled praegusel hetkel Eestis, kas Eesti ilma on mõjutamas mõni tsüklon või antitsüklon?

---

---

---

6. Vali õige vastusevariant (õigele vastusevariandile tõmba joon alla)

a) Kogu maakera hõlmavat püsivat õhu liikumist nimetatakse *tsüklonaalseks tegevuseks/ õhuringluseks*.

b) Maakera pöörlemise ja mitmete muude tegurite tõttu liigub õhk kõrgema rõhuga alalt madalama rõhuga alale *otse/ teatud nurga all*.

c) Õhurõhk on ekvaatoril *madalam/ kõrgem* kui 30. laiustel.

c) Tsükloneid esineb arvukalt *ekvaatoril/ 30. laiustel/ 60. laiustel*, troopilisi tsükloneid aga *ekvaatoril/ 30. laiustel/ 60. laiustel*.

d) Nii lõuna- kui põhjapoolkeral liigub õhk tsüklonis *ühtemoodi/ erinevalt*.

### Lisa 3.

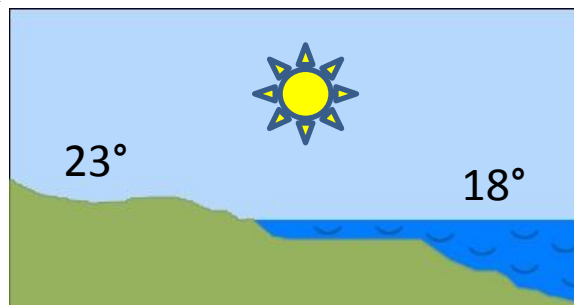
Nimi \_\_\_\_\_ Kool \_\_\_\_\_ Klass \_\_\_\_\_

#### Järeldüsimustik

2. a) Kus kujuneb kõrgema (K), kus madalama (M) rõhuga ala. Märgi vastavalt tähtedega joonisele.

b) Näita noolega, kuidas hakkab õhk liikuma.

2. Mis paneb õhu liikuma? \_\_\_\_\_

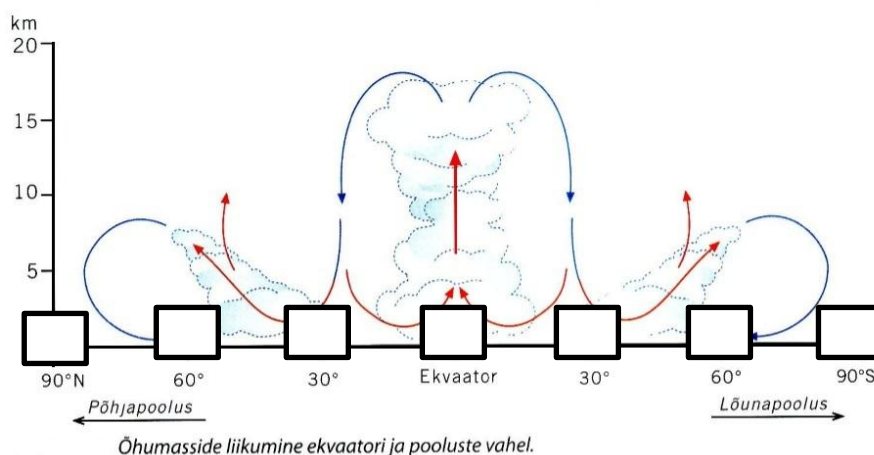


3. Nimeta kaks tegurit, mis mõjutavad tuule suunda ja kiirust. Selgita lühidalt.

1) \_\_\_\_\_

2) \_\_\_\_\_

4. Tähista sellel ja järgmisel joonisel kastikesse madalrõhualad (M) ja kõrgrõhualad (K)



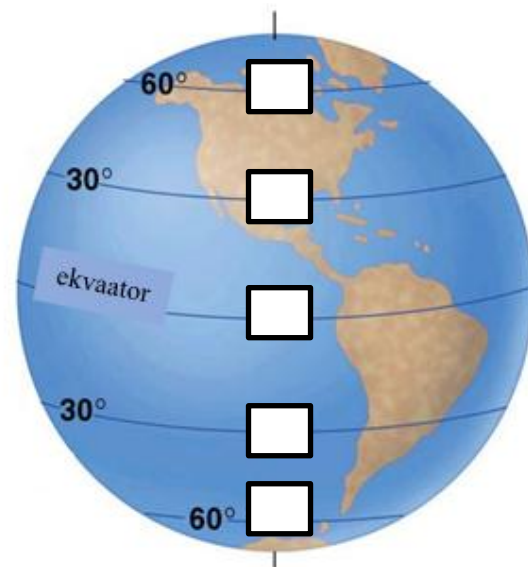
5. Missuguse seaduspära järgi toimub õhu liikumine Maal? Selgita oma vastust lühidalt.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

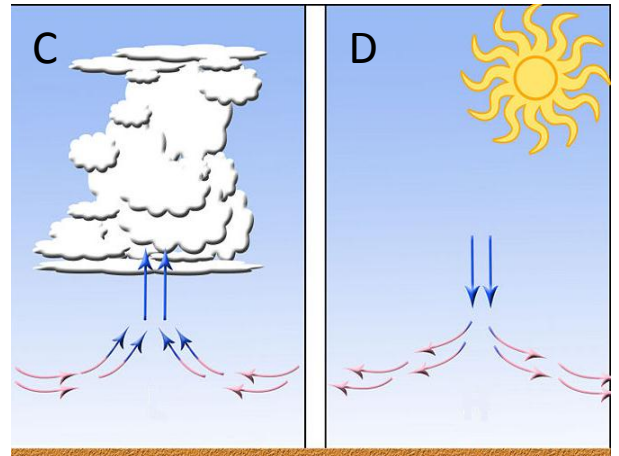
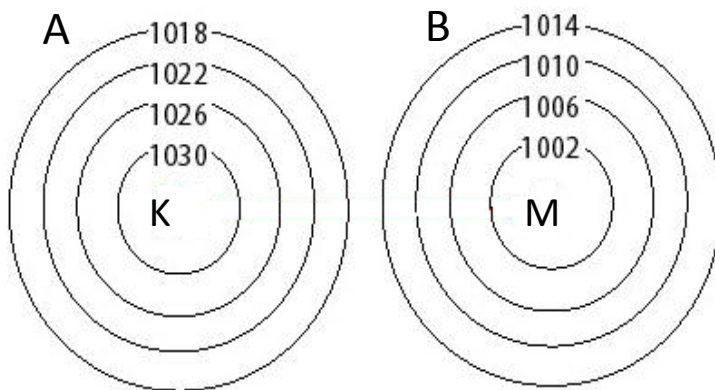
6. **Coriolisi jõud** kallutab pöörleval taustsüsteemil sh ka Maal liikuvaid objekte oma esialgsest suunast kõrvale. Põhjapoolkeral kalduvad tuuled esialgsest liikumissuunast Paremale ja lõunapoolkeral vasakule.

**Passaadid** on püsivad tuuled, mis puhuvad kolmekümnendatelt laiuskraadidelt ekvaatori poole.

Näita joonisel nooltega, kuidas puhuvad **kirdepassaadid** ja **kagupassaadid**.



7. Näita nooltega, kuidas hakkab õhk liikuma joonisel A ja B kujutatud olukordades.



8. **Tsüklon** on mõnesaja kuni mitme tuhande km läbimõõduga õhukeeris, mille keskosas on õhurõhk madalam kui servadel ja milles valitsevad tõusvad õhuvoolud. Tsüklonit on kujutatud joonistel \_\_\_\_ ja \_\_\_\_

**Antitsüklon** on mõnesaja kuni mitme tuhande km läbimõõduga õhukeeris, mille keskosas on õhurõhk kõrgem kui servadel ja milles valitsevad langevad õhuvoolud. Antitsüklonit on kujutatud joonistel \_\_\_\_ ja \_\_\_\_

9. Otsusta, kas väited on tõesed või väärad.

Lõuna- ja põhjapoolkeral liigub õhk tsüklonis ühtmoodi.

Tõene/Väär

Eestis esineb tsükcloneid.

Tõene/Väär

Tänu tsüklonaalsele tegevusele on Eesti ilm väga muutlik.

Tõene/Väär

Tsüklonid muudavad ilma päikesepaisteliseks ja tuulevaikseks.

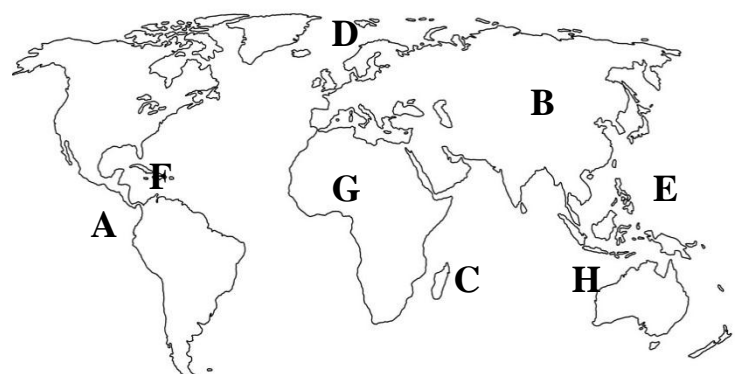
Tõene/Väär

Vali õige.      Paravöötmel esinevad      30°;    60°;    90° laiuskraadidel.

10. Kõige kohutavamaid ilmastikust tingitud loodusõnnetusi põhjustavad **troopilised tsüklonid**, mida nimetatakse ka orkaanideks ja taifuunideks. Troopilisel tsüklonil on kindel ehitus. Ta on võimas õhukeeris, kus toimub õhu intensiivne tõusev liikumine. Kogu tsükloni ala katavad paksud rünsajupilved.

Troopilised tsüklonid esinevad \_\_\_\_\_

Vali õiged tähed kaardilt.



Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, \_\_\_\_\_,  
(autori nimi)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja on \_\_\_\_\_  
(juhendaja nimi)

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus,.....

.....

(Töö autori allkiri)